3

Année 1911 — FACULTÉ DE MEDECINE DE PARIS — N°

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

PAR

Henri BAUD
Né à Paris, le 28 novembre 1884

54

LA DIATHERMIE

Applications thérapeutiques de l'effet Joule

Président : Ernest GAUCHER, *professeur*.

PARIS
IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE
JOUVE ET Cie, ÉDITEURS
15, Rue Racine (VIe)

1911

54

THÈSE

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Année 1911 — FACULTÉ DE MEDECINE DE PARIS — N°

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

PAR

Henri BAUD

Né à Paris, le 28 novembre 1884

LA DIATHERMIE

Applications thérapeutiques de l'effet Joule

Président : Ernest GAUCHER, *professeur*.

PARIS

IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

JOUVE ET Cie, ÉDITEURS

15, Rue Racine (VIe)

1911

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

LE DOYEN, M. LANDOUZY

PROFESSEURS

	MM.
Anatomie	NICOLAS
Physiologie	CH. RICHET
Physique médicale	GARIEL
Chimie organique et Chimie générale	GAUTIER
Parasitologie et Histoire naturelle médicale	BLANCHARD
Pathologie et Thérapeutique générales	ACHARD
Pathologie médicale	WIDAL DEJERINE
Pathologie chirurgicale	LANNELONGUE
Anatomie pathologique	PIERRE MARIE
Histologie	PRENANT
Opérations et appareils	HARTMANN
Pharmacologie et matière médicale	POUCHET
Thérapeutique	MARFAN
Hygiène	CHANTEMESSE
Médecine légale	THOINOT
Histoire de la médecine et de la chirurgie	CHAUFFARD
Pathologie expérimentale et comparée	ROGER
Clinique médicale	HAYEM GILBERT DEBOVE LANDOUZY
Maladies des enfants	HUTINEL
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	GILBERT BALLET
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GAUCHER
Clinique des maladies du système nerveux	
Clinique chirurgicale	DELBET QUENU RECLUS SEGOND
Clinique ophtalmologique	DE LAPERSONNE
Clinique des maladies des voies urinaires	ALBARRAN
Clinique d'accouchements	BAR PINARD RIBEMONT-DESSAIGNES
Clinique gynécologique	POZZI
Clinique chirurgicale infantile	KIRMISSON
Clinique thérapeutique	ALBERT ROBIN

AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.

BALTHAZARD	DESGREZ	LENORMANT	PROUST
BERNARD	DUVAL (P.)	LEQUEUX	RATHERY
BRANCA	GOUGEROT	LERI	RETTERER
BRINDEAU	GREGOIRE	LOEPER	RICHAUD
BROCA (A.)	GUENIOT	MACAIGNE	ROUSSY
BRUMPT	GUILLAIN	MAILLARD	ROUVIERRE
CAMUS	JEANNIN	MORESTIN	SCHWARTZ
CARNOT	JOUSSET (A.)	MULON	SICARD
CASTAIGNE	LABBE (M.)	NICLOUX	TERRIEN
CHEVASSU	LANGLOIS	NOBECOURT	TIFFENEAU
CLAUDE	LAIGNEL-LAVASTINE	OKINCZYC	ZIMMERN
COUVELAIRE	LECENE	OMBREDANNE	

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'École a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MES PARENTS

A MES AMIS

A MES MAITRES DANS LES HOPITAUX

MONSIEUR LE DOCTEUR ROUTIER
Chirurgien de l'hôpital Necker

MONSIEUR LE DOCTEUR PETIT
Médecin de l'Hôtel-Dieu

MONSIEUR LE DOCTEUR BAZY
Chirurgien de l'Hôpital Beaujon

MONSIEUR LE PROFESSEUR PINARD
Chef de service de la Maison d'accouchements Baudelocque

MONSIEUR LE PROFESSEUR GAUCHER
Médecin de l'Hôpital Saint-Louis

MONSIEUR LE DOCTEUR LOBLIGEOIS
Radiographe de l'Hôpital Bretonneau

AU DOCTEUR ANDRÉ LAGUERRIÈRE

Notre maître en électrothérapie qui mit à notre disposition outre l'outillage de la clinique Apostoli les conseils de son expérience clinique et physique.

Je dédie cette thèse inaugurale.

LA DIATHERMIE

Application thérapeutique de l'effet Joule

INTRODUCTION

C'est à dessein que nous avons fait suivre notre titre, *la Diathermie*, de cette explication : « *application thérapeutique de l'effet Joule* ». Basée sur les effets thermiques des courants de haute fréquence, consistant essentiellement en la production de chaleur au sein des tissus : c'est bien là une méthode de thermothérapie. Méthode nouvelle, différente de celles employées jusqu'à présent. Jusqu'ici, en effet, l'apport de chaleur se faisait de l'extérieur à l'intérieur : un corps à température élevée, mis en contact avec les téguments, cédait sa chaleur à ceux-ci, et, en partie, par contiguïté, par conduction, aux tissus immédiatement sous-jacents. Ici c'est bien différent.

Voici de quelle façon nous agissons.

Toute énergie qui éprouve une résistance se dégrade et le dernier terme de cette dégradation est

la production de chaleur. Si l'on fait traverser un électrolyte par un courant électrique, cet électrolyte oppose au passage du courant une certaine résistance. Si on note soigneusement la température avant et après le passage du courant on constatera une élévation de température proportionnelle à la résistance éprouvée, au carré de l'intensité du courant, et au temps pendant lequel on l'a fait passer. C'est cette loi que résume la formule bien connue.

$$W = RI^2 \, dt \qquad \text{(Loi de Joule.)}$$

Or l'organisme peut être — par à-peu-près — assimilé à un électrolyte Si donc on le fait, en totalité ou en partie, traverser par un courant, on obtiendra, dans sa totalité ou seulement dans la partie traversée par le courant, une certaine élévation de température.

Mais les courants électriques ont, sur l'organisme humain, d'autres actions que cette action thermique. Le courant galvanique, le courant sinusoïdal, le courant ondulatoire, donnent, à de très faibles intensités, des effets électrolytiques capables d'avoir de graves inconvénients. Le courant faradique provoque également sous de faibles intensités des contractions musculaires énergiques, etc. Tous agissent d'ailleurs sur la sensibilité générale et ne peuvent être supportés à de hautes intensités.

Seuls, de toutes les modalités électriques connues

à ce jour, les courants de haute fréquence n'agissent pas (ou agissent d'une façon négligeable) sur la sensibité générale et la contractilité musculaire. Ils ne donnent, à de hautes intensités, aucun phénomène électrolytique perceptible et tous ces effets habituels des courants se trouvant éliminés on peut faire traverser, sans inconvénient, l'organisme entier ou un segment d'un individu par des courants de 2, 3 et 4 ampères (au lieu de 40 à 50 milliampères avec le galvanique, c'est-à-dire cent fois autant). Ces courants sont capables de produire un dégagement de chaleur assez considérable pour élever d'une façon notable la température des tissus qu'ils traversent.

Ainsi, aussi bien en la profondeur même des tissus qu'aux points d'application sur les téguments, sur tout le segment délimité entre nos deux électrodes, nous faisons de chaque point, de chaque molécule, de chaque atome peut-être, autant de centres minimes d'échauffement. Chaque point traversé par le courant résiste de sa résistance propre et s'échauffe pour son propre compte ; transformant, dégradant en chaleur l'énergie apportée par le courant.

Telles sont les bases de la diathermie, méthode récente de thermothérapie, mais de thermothérapie par voie interne.

Trop récente pour qu'on en puisse poser d'une façon précise les indications et moins encore les contre-indications ; pour qu'on puisse même affirmer que la technique en soit définitive, cette méthode

nous a cependant paru devoir jouer, tant au point de vue médical qu'au point de vue chirurgical, un rôle des plus intéressants et il nous a pas paru inutile d'essayer une sorte de mise au point, d'établir le bilan thérapeutique actuel de ce nouveau mode de traitement.

Nous tenions aussi à montrer que cette méthode n'est pas aussi neuve qu'on a bien voulu nous le dire ; qu'elle n'est qu'une application un peu spéciale des courants de haute fréquence, une d'arsonvalisation et que les effets thermiques des courants de haute fréquence, s'ils n'avaient été utilisés en thérapeutique d'une façon aussi fréquente qu'ils semblent le mériter, avaient été, du moins, signalés et étudiés depuis longtemps par d'Arsonval (1892), Bonniot, Bordier et Lecomte (1900), Bonnefoy (1903 à 1907), Sommerville (1906), Wertheim, Salomonson (1908), Zimmern et Turchini (1908), bien avant que Von Bernd, Nagelschmidt, n'en signalent les effets thérapeutiques.

Nous devons cependant reconnaître que ce sont les travaux de l'école allemande qui ont donné à cette méthode la place qu'elle occupe actuellement dans la physiothérapie et que, notamment, le rapport de Nagelschmidt a eu une grande influence sur la vulgarisation d'une méthode peut-être un peu négligée jusqu'ici.

Ceci dit, c'est au professeur d'Arsonval qu'il faut ramener le mérite d'avoir le premier non seulement découvert mais étudié et signalé à maintes reprises

les effets thermiques des courants de haute fréquence et nous ne pouvons que reproduire ici ces mots du professeur Bergonié :

« Un nom reviendra constamment sous notre plume, moins cité encore qu'il ne le faudrait : c'est celui du professeur d'Arsonval, de l'Institut de France. Il a successivement créé, pour les courants de haute fréquence, toute l'instrumentation ; il en a formulé l'électrophysiologie et a donné les bases les plus solides à leur application à l'électrothérapie. »

HISTORIQUE

Les courants de haute fréquence. — Leur production. — Leurs propriétés physiques, physiologiques et thérapeutiques. — Leurs effets thermiques.

Il est vrai que dès 1780 Cavallo utilisait et employait à la thérapeutique des courants de haute fréquence, mais ce ne fut que par un hasard et son montage qui consistait à mettre une bouteille de Leyde en série dans le circuit de décharge d'une machine statique où se trouvait aussi le malade exposait ce dernier, en cas de non-fonctionnement du condensateur, à recevoir la décharge de la machine statique.

Mais bien que découvert avant 1850 par Fedlersen, étudié assez complètement par Helmholtz et enfin (1853) par sir William Thomson qui en donna la formule, le phénomène de la décharge oscillante des condensateurs ne devrait être que bien plus tard utilisé de parti pris à la production des courants alternatifs de haute fréquence.

Maxwell donnant en 1865 sa belle théorie électromagnétique des phénomènes lumineux poussa les phycisiens à calculer et faire construire des appareils

capables d'augmenter la fréquence des courants alternatifs et de la rapprocher de celle des ondes lumineuses (environ 500 trillions par seconde).

Parti d'un tout autre point de vue, d'Arsonval étudiant la loi des contractions musculaires et de l'excitabilité par les courants alternatifs cherchait, lui aussi, à augmenter la fréquence de ces courants jusqu'au point où les phénomènes d'excitation deviendraient sinon nuls, au moins imperceptibles à notre sensibilité.

Plus de cent ans après Cavallo, Morton (1) présentait à l'Académie de médecine de New-York un mémoire où il décrivait :

« Un nouveau courant induit obtenu au moyen d'une machine statique, ayant un grand pouvoir diffusif, produisant un effet analgésique, une action vaso-motrice (dilatation des vaisseaux superficiels et production de sueurs) et occasionnant une élévation de la température du corps.

» Son mécanisme publié alors est le mécanisme électrique fondamental nécessaire à la production des courants de haute fréquence (2). »

---

1. Dr W. J. Morton. Communication à l'Académie de médecine de New-York, publiée dans le *New-York medical Record*, avril 1881.

2. Dr W. J. Morton, *De l'influence de la fréquence des interruptions et du caractère des ondulations du courant induit au point de vue des effets physiologiques*. Travaux du IIIe Congrès de l'Association américaine d'électrothérapie. Chicago, 13 septembre 1893.

En effet, Morton réalisa dès cette époque un dispositif où il utilisait la décharge de deux bouteilles de Leyde rechargées par une machine statique, dispositif qui répondait certainement (comme d'ailleurs celui de Cavallo) à l'inégalité,

$$R < \sqrt{\frac{4L}{C}}$$

qui régit la décharge oscillante des condensateurs.

Ce phénomène de la décharge oscillante d'un condensateur chargé par une machine statique semble encore avoir été entrevu par Von Pascheles de Prague (1), mais il ne fut d'abord utilisé dans leurs recherches ni par les physiciens ni par les physiologistes qui cherchaient à obtenir des courants à grande fréquence.

Nous voyons en effet Tesla en Amérique et d'Arsonval en France, pour ne citer que ceux dont les travaux sont capitaux en la matière, s'adresser successivement à la bobine de Rhumkorff puis aux alternateurs dont le principe avait été donné par Gramme (1870).

D'Arsonval ne put avec une bobine obtenir plus de 2.000 excitations à la seconde, soit avec un trembleur, soit avec un interrupteur mécanique, le nombre d'excitations à la seconde se trouvant rapidement limité par le temps de désaimantation du noyau de fer doux, relativement très long.

---

1. Von Pascheles, *Prager medicinische Wochenschrift*, 1892.

Un alternateur de très grandes dimensions, comprenant 50 couples N. S. à l'inducteur et tournant à très grande vitesse ne peut lui donner plus de 10.000 alternances par seconde ce qui était insuffisant pour supprimer les phénomènes d'excitation sensitive et musculaire (1).

Vers la même époque Tesla faisait construire une machine à 384 pôles, tournant à 3.000 tours à la minute qui lui donna 20.000 alternances à la seconde.

En 1887, enfin, Hertz réalisait son oscillateur en alimentant par une puissante bobine de Rhumkorff deux condensateurs dont la décharge lui permit d'obtenir des oscillations dont la période avait une valeur de l'ordre du billionième de seconde et en France M. Potier parvenait à l'abaisser encore au point de faire rendre à une bouteille de Leyde un son musical perceptible à l'oreille.

D'Arsonval se servit aussitôt de cet appareil pour ses recherches physiologiques, puis lui substitua le dispositif plus puissant qu'Elihu Thomson et Tesla réalisèrent vers 1891. Enfin en 1893 il fut amené à employer exclusivement l'appareil qu'il décrit en février 1893 à la Société de Biologie et qui est encore (quelques modifications de détail à part) employé de nos jours en haute fréquence.

Il put dès lors poursuivre ses recherches sur les

---

1. Dr Arsonval. Cours au collège de France, 1889-1890 et action physiologique des courants de haute fréquence. Société de Biologie, 4 février 1893. — *Archives d'électricité médicale*, 10 avril 1893.

propriétés physiologiques des courants de haute fréquence, et les effets thermiques que ces courants sont capables de produire dans l'organisme ne lui ont nullement échappé.

En 1893 il résume nettement les principales qualités de ces courants : action nulle sur la sensibilité générale et la contractilité musculaire, etc., et il ajoute : *si le courant est trop fort on éprouve simplement un peu de chaleur aux points d'entrée et de sortie du courant* (1).

En 1892, il avait dit déjà :

On peut ressentir une sensation de chaleur qui s'accompagne bientôt de production abondante de sueurs (2).

Dès 1893, il put faire passer à travers les bras, chez plusieurs sujets, un courant de haute fréquence de plus de *3 ampères* sans amener d'autres phénomènes qu'*une sensation intense de chaleur au niveau des poignets.*

« Cette sensation était la seule cause qui limitait l'intensité susceptible d'être supportée. Le fait fut vérifié, mesuré et confirmé par Cornil et J. Marey qui, dans une de ces expériences, avaient servi de sujets et entre lesquels le courant de haute fréquence traversant leurs corps avait pu allumer impunément une série de lampes à incandescence au blanc

---

1. D'Arsonval, *loc. cit.*
2. D'Arsonval, conférence à la Société de Physique, 20 avril 1892.

éblouissant. M. Cornil a publié le fait dans les comptes rendus (1). »

« Le 6 juillet 1896 M. d'Arsonval, décrit un dispositif constitué par l'association d'un transformateur industriel, d'une self de réglage et d'un condensateur à pétrole capable de donner des courants de haute fréquence absorbant pour leur production 3 kilowatts.

» Avec ce matériel il put faire passer chez les animaux des courants de haute fréquence capables de porter leur corps à une température très élevée, par effet Joule et toujours sans aucune action ni sur la sensibilité, ni sur la contractilité musculaire. Chez certains animaux, l'effet calorifique résultant du passage du courant était tel que les membres postérieurs furent en quelques minutes littéralement cuits. Chose extraordinaire, l'animal ne ressentait aucune douleur, mais quelques jours après, les membres postérieurs s'éliminaient et laissaient des moignons parfaitement cicatrisés. Le courant arrivait aux membres par l'intermédiaire de deux bains de liquides abondants qui restaient froids.

» D'Arsonval a présenté ces animaux à son cours du Collège de France, ainsi qu'à la Société de Biologie (1896) et a signalé ces faits à l'Académie des sciences (2). »

---

1. Cornil, compte rendu de l'Académie des Sciences, séance du 3 juillet 1893.

2. D'Arsonval, Compte rendu de l'Académie des sciences, 30 décembre 1901.

Il suffit, par ailleurs, de se reporter aux nombreuses notes, comptes rendus, bulletins, articles, brochures publiés sur la question par d'Arsonval et que nous signalons dans notre bibliographie pour se rendre compte que les effets thermiques des courants de haute fréquence ont été, non seulement connus, mais encore étudiés et signalés par le grand physiologiste français.

Malgré leur intérêt, ces faits sont restés inutilisés — ou presque — des médecins pendant de nombreuses années.

Nous disons presque, car un certain nombre d'auteurs utilisant les appareils de d'Arsonval ou de Tesla ont mis en lumière et même appliqué à la thérapeutique le rôle thermogène des courants de haute fréquence bien avant les travaux de l'école allemande.

En 1902, le Dr J. Desnoyes donne dans sa thèse une technique précise, excellente, des applications directes ou par dérivation, tout à fait analogues aux applications de diathermie.

Il emploie des plaques en étain de dimensions et de formes appropriées à la région à traiter, et les applique soit directement sur la peau (méthode qu'il recommande), soit en interposant une certaine épaisseur d'un tissu mouillé (peau de chamois, ouate, flanelle). Il recommande, si l'on veut éviter érythèmes et brûlures, de bien *mouler les électrodes sur la région à traiter de façon à obtenir un excellent con-*

tact. A ce point de vue, ajoute-t-il, l'étain sous une certaine épaisseur donne toute satisfaction (1).

En 1906, Sommerville écrit : *Les malades soumis à la haute fréquence remarquent qu'ils se sentent plus chauds*.

Et il constata une élévation de température allant de 10°4 à 17°4 Farenheit suivant le point examiné, le courant employé, la manière dont étaient placées les électrodes. Après la séance, la température commençait à descendre lentement et revenait au point primitif au bout de quinze minutes environ. Les nombreux graphiques qu'il publie ne laissent aucun doute sur la nature du phénomène qu'il a étudié (2).

Laquerrière et Delherm ont, comme bien d'autres vérifié ces faits et constaté au plesthymographe d'Hallion et Comte la vaso dilatation périphérique à laquelle Sommerville attribue cette élévation thermique (3).

En 1907, Bonnefoy écrit : « Lorsque l'on applique ces courants chez un hypertendu par des séances fréquentes et de courte durée, le sujet en expérience accuse une sensation de chaleur localisée d'abord aux mains et aux avant-bras ; puis cette sensation de chaleur s'étend progressivement aux bras, aux

---

1. Dr J. Desnoyes, *les Courants de haute fréquence. Propretés physiques, physiologiques et thérapeutiques*. Thèse de Montpellier, 1902.

2. Sommerville, *Medical electrology and Radiology*, mai 1906.

3. Laquerrière et Delherm, Congrès de l'A. F. A. S. Grenoble, 1904 ; Lyon, 1905.

épaules, au tronc, enfin aux membres inférieurs et aux pieds (1).

Cette remarque de Bonnefoy se trouve mise en valeur par une observation de Legendre absolument typique. Il s'agit d'un malade extrêmement frileux et qui, à la fin de chaque séance, accusait un état agréable de chaleur douce qui, à chaque séance, persistait de plus en plus longtemps (2).

A la même époque le professeur Wertheim Salomonson, d'Amsterdam, et Zimmern et Turchini, à Paris, étudiaient d'une façon suivie les effets thermiques des courants de haute fréquence.

« L'action prolongée des courants de haute fréquence cause :

» Une diminution de la pression artérielle.

» Une augmentation de la quantité de chaleur dégagée.

» Je crois ces deux faits intimement liés entre eux. Si le corps d'un animal dégage plus de calories par seconde, on est sûr d'avoir une relaxation des vaisseaux superficiels et par conséquent une diminution de la pression artérielle. »

Telles sont les conclusions que l'éminent professeur d'Amsterdam place en tête de son travail.

---

1. Bonnefoy (Cannes) *les Courants de haute fréquence*, Congrès international de Physiothérapie, Rome, 1907 et *De l'Artritisme et de son traitement par les courants de haute fréquence*. Baillère, Paris, 1907.

2. Legendre, Société de Thérapeutique, 24 janvier 1906.

Il a répété les expériences de d'Arsonval (1), de Bonniot (2), de Bordier et Lecomte (3) de Sommerville (4), et il en confirme absolument les résultats.

« L'élévation de la température anale ou buccale varie en général entre 0°2 à 0°4 centigrades. » (Sommerville avait trouvé entre 0°2 à 0°7 = 0°5 à 1°5 Farenheit.)

Wertheim Salomonson explique cette élévation de température par l'effet calorique, l'effet Joule dû au courant. Il constate avec raison que la formule $W = RI^2T$ ne saurait être rigoureusement appliquée à un conducteur qui possède et une self-induction et une capacité.

Mais en remplaçant le corps humain par une résistance sans self et sans capacité (deux lampes de 16 bougies, 110 volts en série), il put déterminer expérimentalement la valeur de W. Or, ces deux lampes vivement allumées on a 0,500 à l'ampèremètre. $R = 240 \times 2 = 480$. On a donc :

$W = 72.000$ watts-secondes, soit 17 calories.

Si on admet comme capacité thermique du corps

---

1. D'Arsonval, *Action des courants de haute fréquence sur la production de chaleur*. Société de Biologie, 27 janvier 1894.

2. Bonniot, Congrès int. de Paris, section d'électricité médicale, 1900.

3. Bordier et Lecomte, Congrès int. de Paris, section d'électricité médicale, 1900, et Société de Biologie, 3 mai 1901.

4. Sommerville, *Medical electricity and radiology*, mai 1906.

humain le chiffre approché de 0,9, alors le corps d'un sujet de 67 kilos s'élèvera de :

$$\frac{17}{67 \times 0,9} = 0,28 \text{ degrés centigrades (1).}$$

Les travaux de Zimmern et Turchini sur le même sujet viennent absolument confirmer les conclusions de Wertheim Salomonson. Dès 1906, ils apportaient à la Société d'Électrothérapie un certain nombre d'observations montrant que les courants de haute fréquence avaient déterminé certaines modifications thermiques chez des malades en traitement (2). Ils rappellent d'ailleurs ces observations dans leur important rapport au Congrès de l'A. F. A. S. (Clermont, août 1908) (3).

Ils firent de 1906 à 1908 une série d'expériences portant sur des chiens soit normaux, soit adrénalisés, chloralisés ou morphinisés de manière à supprimer les moyens de régulation et à constater l'apport de la chaleur en mesurant l'élévation de la température.

Une première série d'expériences sur des chiens non anesthésiés leur montra que la haute fréquence,

---

1. Wertheim Salomonson, *le Mode d'action des courants de haute fréquence* (*Archives d'électricité médicale*, janvier 1908).

2. Zimmern et Turchini, *Bulletin officiel de la Société d'Électrothérapie*, août et septembre 1906, p. 203.

3. Zimmern et Turchini, *les Effets thermiques des courants de haute fréquence*. Rapport au Congrès de l'A. F. A. S. Clermont, août 1908.

sous la forme de lit condensateur, n'amenait au-dessous de 250 milliampères aucune modification thermique ni respiratoire. Vers 350 milliampères une élévation de 1 à 2/10 de degré s'accompagnant d'un accroissement du nombre des mouvements respiratoires. Aux mêmes intensités, mais en applications diectes ils obtinrent des élévations thermiques de 1/10 de degré par cinq minutes et la fréquence des mouvements respiratoires passait de 12 en moyenne à 40 et 50 par minute.

Une deuxième série d'expériences portait sur des chiens profondément intoxiqués par une injection d'adrénaline. Chez ces animaux la température devenait régulièrement décroissante. L'application ralentissait cette décroissance qui reprenait sa vitesse après la cessation du courant.

Une troisième série portait sur des chiens chloralisés ou morphinisés, 4 à 5 centigrammes de chloral par kilogramme d'animal suffisaient, en raison de l'action du chloral sur les centres thermiques à amener une baisse de température. Cinq à dix minutes après le début de l'application (directe ou par condensation), on constate un ralentissement ou un arrêt dans la chute de la température. Le régime ralenti ou stationnaire se poursuit encore quelques minutes après la cessation du courant, puis l'intoxication chloralique reprend le dessus et la décroissance thermique reprend son allure initiale. En redonnant ensuite, après quelques minutes, le cou-

rant, on observe à nouveau le même ralentissement de la descente thermique.

Les auteurs, opérant avec l'appareil de Hallion et Comte ont constaté qu'au cours de l'application le pouls capillaire devient plus ample, la portion ascendante de la courbe est plus redressée, le dicrotisme est plus marqué. Ainsi chez l'homme sain l'effet Joule produit par les courants de haute fréquence amène la défense par vaso-dilatation périphérique et il est possible, ainsi que l'avance Wertheim Salomonson, que ce soit une des raisons de l'abaissement de la tension artérielle que l'on observe quelquefois après une séance de lit condensateur.

De plus, sous l'influence de la haute fréquence et par défense il y aurait ralentissement des échanges et l'organisme économiserait les produits nécessaires au maintien de sa propre température. Mais cela n'est vrai que pendant le passage du courant. Après il peut y avoir réaction et les échanges augmenter d'intensité. L'augmentation du volume de Co^2 rejeté (d'Arsonval) et l'élévation thermique constatée une heure après plaident en faveur de cette manière de voir.

Ainsi, concluent les auteurs, *la haute fréquence nous permet de résoudre un problème qui jusqu'à présent n'a pas encore reçu de solution : l'apport de la chaleur par voie interne, sans défense, pour l'organisme. Elle constitue ainsi un procédé nouveau de thermothérapie différent des moyens usuels par*

sa moindre violence et en ce qu'il agit sans excitation des nerfs cutanés. Indirectement par les moyens de défense qu'elle sollicite chez l'homme, la haute fréquence semble devoir être utile toutes les fois qu'il y a lieu d'une façon soutenue et modérée de décongestionner les organes internes et d'activer la circulation périphérique (1).

On voit donc que, tant au point de vue expérimental qu'au point de vue clinique, les actions thermiques des courants de haute fréquence étaient un phénomène bien connu des physiologistes et médecins français. Nous devons reconnaître, pourtant, qu'on fut loin, en France, de leur accorder toute l'attention qu'elles méritaient et que, d'autre part, toutes ces études, toutes ces constatations ont été faites dans des applications de haute fréquence où l'effet thermique n'est qu'une partie des effets généraux de la haute fréquence.

Les applications locales, suivant le mode d'électrisation directe en dérivation sur le petit solénoïde, qui seules méritent le nom de diathermie n'ont guère été employées en France encore que d'Arsonval en ait préconisé l'emploi dès 1892 et que le Dr Desnoyes en ait en 1902 donné une technique précise et correcte, et c'est à l'école allemande que revient le

---

1. Zimmern et Turchini, *Bulletin officiel de la Société d'Électrothérapie*, août-septembre 1906, p. 203 et suiv. — Rapport au Congrès de l'A. F. A. S. Clermont, août 1908. — Compte rendu de l'Académie des sciences, mai 1908. — *Archives d'électricité médicale*, septembre 1908.

mérite d'avoir mis en valeur, vulgarisé, répaudu ce nouveau mode d'application des courants de haute fréquence, cette nouvelle « d'arsonvalisation ».

Les travaux allemands sur les courants de haute fréquence n'étaient ni nombreux ni importants jusqu'à ces dernières années. C'est à peine si Eulenbourg, Toby Cohen et Loïvy, Bœdeker, attirèrent l'attention sur ce mode de traitement. Ces dernières années seulement Kahane, Nagelschmidt puis Rump et enfin Laqueur, apportèrent un certain nombre d'observations et d'études.

C'est en 1899 que le professeur V. Zeynek de Pragues signala pour la première fois, aux dires de l'école allemande, les effets thermiques des courants de haute fréquence (1).

Après lui Von Berud (Vienne) chercha à faire pénérer dans les tissus au moyen des courants de haute fréquence des quantités considérables de chaleur. Il donna à son procédé le nom de thermopénétration et, dès 1906, fit une démonstration de la méthode sur les animaux.

Il traita ensuite des affections articulaires, des sciatiques, des lumbagos, des névrites, etc.,et obtint des résultats très encourageants (2).

En même temps que Von Berud et indépendamment de lui, Nagelschmidt (Berlin) étudiait sous le

---

1. V. Zeynek de Pragues, *Actions thermiques des courants de haute fréquence* (*Gœttinger Annalen*, 1899).

2. Von Berud, *la Thermopénétration* (*Zeits. f. physik und diat. Therapie.* Band 13, heft 3, 1908).

nom de transthermie *une nouvelle méthode de l'application des courants de haute fréquence*. Il créait un appareillage spécial (que nous étudierons à sa place) et parvenait à atteindre 2 et 3 ampères en applications locales. Il attribuait à l'effet Joule dû au courant l'élévation thermique constatée au cours de l'application et donnait comme indications de la nouvelle méthode *tous les cas où l'on emploie habituellement la chaleur comme agent curatif* (1).

La même année 1908 Laqueur étudiait expérimentalement et cliniquement les procédés de Von Berud et de Nagelschmidt. Il recherchait l'action de l'élévation thermique obtenue sur une culture microbienne (gonocoques, pneumocoques, streptocoques, staphylocoques, vibrions cholériques) injectée dans une articulation de lapin. Il traitait cliniquement une série d'arthropathies et obtenait d'excellents résultats dans le traitement de l'achillodynie et de la talalgie (2).

En France Doyen employait dans un but chirurgical les applications locales de haute fréquence. Sa méthode, aujourd'hui bien connue, de l'électrocoagulation a déjà donné de très beaux résultats. Mais n'ayant ici en vue que les applications médicales

---

1. Nagelschmidt, *les Courants de haute fréquence. Fulguration et transthermie* (*Zeits f. physik und diat. Therapie*, band 13, heft 3, 1908).

2. Laqueur, *Zeits f. physik und diat. Therapie*, band 13, heft 5, 1908.

nous renvoyons simplement aux nombreux ouvrages de cet auteur et notamment à ses archives.

De nouveaux articles de Klingmuller (1), de Nagelschmidt (2) sur la question nous amènent enfin au rapport de ce dernier au Congrès international de physiothérapie de Paris 1910 (3). C'est cet important travail qui donna l'éveil et poussa les médecins électriciens à appliquer plus largement cette méthode à laquelle l'auteur attribuait des succès inespérés. Nous passerons sur cet important travail très connu et auquel, d'ailleurs, nous serons forcé d'emprunter à chaque instant au cours des chapitres qui vont suivre.

A la suite de cet enthousiaste et intéressant rapport les travaux se multiplièrent.

D'Arsonval, d'abord, précisa et revendiqua d'une façon fort légitime la priorité indiscutable qu'il avait en la question et mit au point quelques-unes des déclarations de Nagelschmidt (4).

Morlet publia une série d'observations très heu-

---

1. Klingmuller, *Munch. med. Wochenschrift*, octobre 1909.
2. Nagelschmidt, *Munch. med. Wochenschrift*, déc. 1909.
3. Nagelschmidt, *Effets thermiques des courants de haute fréquence sur l'organisme.* Congrès international de physiothérapie, 29 mars-3 avril 1910. — Rapport présenté à la 4e section : électrothérapie. — Rapport publié dans les comptes rendus du congrès, et dans *les Archives d'électricité médicale* (avril 1910).
4. D'Arsonval, Comptes rendus de l'Académie des sciences, 11 juillet 1910, n° 2, p. 167.

reuses, sans malheureusement donner aucune indication précise de technique (1).

Delherm et Laquerrière reprenaient la question, s'attachant surtout à montrer : 1° que la diathermie n'est qu'une d'arsonvalisation et que les effets thermiques des courants de haute fréquence étaient depuis longtemps connus en France ; 2° qu'un appareillage spécial était loin d'être indispensable aux applications de diathermie et que, bien manié, tout bon appareil de haute fréquence pouvait donner d'excellents résultats (2).

A partir de ce moment les travaux s'accumulent, les travaux cliniques surtout. Nous citerons ceux de Simund Gara (3), Bergonié et Frimandeau (4), Louis Fournier, Maxime Ménard et M. Guénot (5), Laqueur (6), E. Albert Weil et L. Gérard (7), Nagel-

---

1. Morlet, *la Diathermie* (*Ann. de la Soc. médico-chirurgicale d'Anvers*, avril-mai-juin 1910).

2. Delherm et Laquerrière, *Action endothermique des courants de haute fréquence* (*Gazette des hôpitaux*, 26 juillet 1910).

3. Simund Gara, *A propos de la diathermie* (*Archiv. f. physikal. med.*, août 1910).

4. Bergonié et Frimandeau, *Premiers résultats de diathermie médicale*. Communication au Congrès de l'A. F. A. S. Toulouse, 2 août 1910.

5. Louis Fournier, Maxime Ménard et M. Guénot, *A propos de quelques applications de la diathermie*. Communication au Congrès de l'A. F. A. S. Toulouse, 5 août 1910 et *in Archives d'électricité médicale*, 10 mars 1911.

6. Laqueur, *l'Emploi thérapeutique des courants de haute fréquence. Transthermie*. Thérapie de Gegenwart, février 1911 et *Archives d'électricité médicale*, 10 septembre 1910.

7. E. Albert Weil et L. Gérard, *Action endothermique des*

schmidt (1). Enfin le récent Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences (Dijon, août 1911), nous a valu outre le rapport de MM. Bergonié et Rechou, les travaux de Labeau, Belot, Laquerrière et Baud, Laquerrière et Delherm, Albert Weil, Maingot, etc., et si nous ne pouvons dire que les indications et contre-indications de la méthode soient nettement posées, au moins la technique en est-elle à peu près établie et peut-on désormais se consacrer aux recherches cliniques.

---

courants de haute fréquence (*Journal de physiothérapie*, 15 décembre 1910).

1. Frantz Nagelschmidt, *l'Appareil de diathermie du Dr Frantz Nagelschmidt* (*Archives d'électricité médicale*, 10 mars 1911).

APPAREILLAGE ET TECHNIQUE

Les appareillages utilisés en diathermie comprennent tous le dispositif essentiel de haute fréquence (condensateur, self, éclateur), alimenté soit par une bobine, soit par un transformateur à circuit magnétique fermé. Tous utilisent le phénomène de la décharge oscillante d'un condensateur.

Soit deux bouteilles de Leyde de même capacité, isolées et réunies par un fil conducteur H enroulé en spirale pour offrir une self notable (fig. 2).

On établit entre les armatures internes une dénivellation électrique : alors les armatures externes possèdent des charges égales et contraires.

Si dans ces conditions on rapproche les tiges T et T′ qui communiquent avec les armatures internes, les armatures externes se déchargent par le fil H. Cette décharge peut être apériodique ou oscillante.

Elle est apériodique si la résistance ohmique — analogue à un frottement — est assez grande pour que l'on ait :

$$R^2 - 4\frac{L}{C} > 0$$

Alors le flux électrique passe toujours dans le

même sens et le courant part de zéro pour revenir à zéro au bout d'un temps d'autant plus long que la self est plus grande. L'énergie se dégrade entièrement en chaleur. La courbe qui représente la variation du courant offre la forme de la figure 1.

Lorsqu'au contraire la résistance ohmique est assez faible pour que l'on ait

$$R^2 - \frac{4L}{C} < O$$

le flux électrique voyage alternativement dans un sens et dans l'autre, le long du fil H, mais en s'amortissant rapidement. La courbe qui représente la variation du courant avec le temps est une sinusoïde amortie dans le genre de celle de la figure 1 *bis*.

Si la résistance est faible, elle est sans influence sur la valeur de la période et on a pour celle-ci :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{C}}$$

Si l'on met les armatures internes des condensateurs en communication avec une source de courant à haut potentiel, la série des phénomènes suivants va se produire :

Dès que le courant sera fermé, les condensateurs vont se charger. Dès que la tension aura atteint la tension d'éclatement entre T et T', il jaillira en *a* une étincelle et il se produira en H un courant comme celui que nous venons d'étudier. Aussitôt que l'étincelle sera éteinte, le condensateur pourra se charger à nouveau, atteindre à nouveau la tension d'éclate-

ment, se décharger en produisant un nouveau train d'ondes, et ainsi de suite, indéfiniment. On obtiendra ainsi une suite de trains d'ondes séparés par des silences. Avec le dispositif que nous avons choisi, les silences seraient considérables par rapport aux temps occupés par les trains d'ondes, et ces deux facteurs seraient entre eux environ comme 1 est à 30.

La source de courant à haut potentiel employé peut être une machine de Holtz (Morton), mais le faible débit de ces machines leur a fait préférer, soit la bobine de Rhumkorff, soit les transformateurs à circuit magnétique fermé.

C'est donc à une de ces deux sources que l'on s'adresse aujourd'hui pour obtenir des courants de haute fréquence et toutes deux donnent d'excellents résultats.

Mais une différence peut exister dans les divers appareils. Les uns utilisent comme source de courants à haute fréquence le fil de cuivre H appelé petit solénoïde ; les autres un second solénoïde induit par le premier.

Le premier montage est celui qu'a préconisé le professeur d'Arsonval.

Soient HH′ (fig.) les armatures internes de deux bouteilles de Leyde montées en cascade. Ces armatures internes sont réunies à une source d'électricité à haut potentiel (machine de Holtz, bobine de Rhumkorff, transformateur). Les armatures externes BB′ sont réunies entre elles par un solénoïde cc′

d'un gros fil de cuivre faisant 15 à 20 tours. Chaque fois qu'une étincelle part entre A et A', un courant oscillant extrêmement énergique prend naissance dans le solénoïde à tel point qu'en prenant comme pôles ses extrémités c et c' on obtient un courant qui peut allumer une forte lampe à incandescence L tenue entre deux personnes D et D'.

Dans ce montage on peut sans inconvénient prendre comme source de courant à haute fréquence les deux extrémités du petit solénoïde. Celui-ci, en effet, est placé entre deux condensateurs et la partie du circuit où se trouve placé le malade est absolument indépendante du transformateur.

Avec le dispositif de Tesla où le condensateur est unique, le malade se trouverait réuni à l'un des pôles du transformateur. Aussi est-il nécessaire de prendre comme source de courants à haute fréquence un second solénoïde induit par le premier, et par conséquent indépendant du circuit primaire.

Quel que soit le dispositif utilisé, la technique des applications de diathermie reste la même. Elle consiste à mettre le malade en dérivation sur le petit solénoïde et, au moyen d'électrodes appropriées, à faire traverser la région à traiter par un courant de haute fréquence, capable de produire l'élévation thermique nécessaire au résultat thérapeutique cherché.

Tout bon appareil de haute fréquence est capable de donner, entre les mains d'un praticien exercé, d'excellents résultats en thermopénétration et il n'est pas indispensable pour faire de la diathermie de

posséder un appareillage spécial. Nous reviendrons sur ce sujet.

Les appareils spécialement créés ont cherché à diminuer l'amortissement des ondes de haute fréquence, ainsi que la longueur de ces ondes, et à augmenter le débit de l'appareil en ayant, à l'éclateur, le plus grand nombre d'étincelles dans l'unité de temps.

On sait que plus est grande la longueur des ondes de haute fréquence, plus sont marqués les phénomènes d'excitation sur la sensibilité générale et la contractilité musculaire. On diminue la capacité des condensateurs et la self du solénoïde, mais on est limité par la tension qui doit rester au moins égale à la tension nécessaire à l'éclatement. Presque tous les appareils se valent à ce point de vue.

L'amortissement des ondes est tout aussi important. Lorsqu'une onde est très amortie, comme par exemple celle de la figure 3, la quantité d'électricité de chaque onde de sens inverse est capable de provoquer des phénomènes d'excitation.

Lorsqu'au contraire le facteur amortissement est très petit, le plus possible voisin de 1. Comme dans l'onde représentée par la figure 3 *bis*, la quantité d'électricité de chaque onde de sens inverse sera insuffisante à produire les mêmes effets.

Or l'amortissement dépend en partie de la valeur respective de la résistance et de la self et pour l'avoir voisin de 1 il faut avoir R petit et L suffisamment grand. Mais le facteur amortissement dépend en

grande partie de la construction et du réglage de l'éclateur. Les éclateurs spéciaux employés en diathermie ont tous pour but d'obtenir des étincelles courtes, rapidement éteintes et se succédant en grand nombre dans l'unité de temps.

Il est certain qu'à ce point de vue les appareils spécialement construits pour la diathermie médicale offrent une certaine supériorité sur les appareils ordinaires de haute fréquence.

L'obtention d'étincelles courtes, rapidement éteintes, voilà le problème pour ainsi dire capital. L'ionisation du diélectrique dans lequel l'étincelle se produit tend à prolonger cette dernière, voire à amener la formation d'un arc véritable. L'étincelle sera d'autant plus rapidement éteinte et incapable de former un arc que les phénomènes d'ionisation seront plus rapidement détruits.

Dans l'arc de Poulsen on utilise un champ magnétique. Dans d'autres éclateurs un mouvement, un refroidissement, un diélectrique spécial, une soufflerie, etc.

Un autre point spécial des appareillages de diathermie, c'est l'inutilité d'un voltage moins élevé que celui des appareillages ordinaires évidemment calculés surtout en vue des effets de tension (effluves, étincelles, etc.). Cette tension inutile peut même devenir gênante, amenant par exemple des étincelles entre le sujet et celui qui l'approche. Aussi les appareils spéciaux fonctionnent-ils sous des voltages relativement faibles (200 à 800 volts environ).

C'est ici que le montage de Tesla et l'utilisation d'un second solénoïde induit par le premier offre un grand avantage. Dans le dispositif de d'Arsonval il est nécessaire d'avoir au circuit d'utilisation une tension au moins égale à celle nécessaire à l'éclatement. Le montage de Tesla permet au contraire de disposer de la tension. C'est ce montage qu'ont adopté les constructeurs pour leurs appareils de diathermie (Nagelschmidt).

En somme utilisation d'une tension relativement faible et perfectionnements apportés à l'éclateur en vue d'obtenir d'étincelles courtes, rapidement éteintes et en grand nombre par seconde, telles sont les principales modifications apportées aux appareils de haute fréquence destinés à la diathermie.

Les éclateurs

L'éclateur ordinaire de haute fréquence — les deux pointes métalliques entre lesquelles jaillit l'étincelle enfermées dans un œuf de verre, l'une d'elle, mobile, permettant de régler la longueur d'étincelle — est très utilisable en diathermie, et beaucoup d'auteurs l'ont employé avec des appareils d'Arsonval-Gaiffe des types livrés ces dernières années.

Mais il est certain que l'arc s'y allume facilement, que l'étincelle n'y est pas toujours très régulière, que la longueur en est encore relativement grande et qu'il nécessite un réglage attentif sinon difficile,

quand on veut atteindre sans phénomènes d'excitation de hautes intensités.

Aussi beaucoup de physiciens et de constructeurs ont il cherché un éclateur d'un fonctionnement plus parfait.

M. Ferrié a fait construire pour les appareils de télégraphie sans fil toute une série d'éclateurs parfaitement utilisables (et d'ailleurs utilisés) en diathermie.

Changer le point de jaillissement de l'étincelle de façon à éviter l'échauffement rapide qui augmente notablement les chances de formation d'arc, tel est le principe qui l'a guidé. On a eu de lui successivement :

1° Un éclateur fixe formé de deux cylindres parallèles à grandes dimensions ;

2° Une série d'éclateurs tournants de plus en plus aptes à donner de hautes intensités sans formation d'arc.

Le premier type était simplement constitué par une roue dentée tournant entre deux pointes diamétralement opposées. La ventilation produite par la roue suffisait (pour de faibles puissances) à empêcher l'échauffement des pointes fixes.

D'autres types constitués par des séries de pointes décentrées portées par un plateau ou un cylindre isolant rapidement entraîné par un petit moteur électrique et d'où l'étincelle jaillissait sur un plateau fixe ou un second cylindre concentrique, ont succédé à ce

premier type et ont donné sous de hautes puissances les meilleurs résultats.

C'est un modèle de ces derniers types qu'a employé le Dr Doyen avec des appareils Gaiffe pour réaliser les premiers essais de traitement du cancer par les courants de haute fréquence et de grande intensité efficace.

C'est ce même appareil que Nagelschmidt a employé pour ses démonstrations lors de son rapport au Congrès de physiothérapie, ainsi que Delherm et Laquerrière ont pris soin de le signaler (1).

MM. Lepel et Wien eurent l'idée d'utiliser comme éclateur des plateaux parallèles placés à très faible distance. Les plateaux doivent être bien placés et soigneusement polis. L'étincelle court alors entre eux, changeant constamment de place et l'échauffement n'est pas considérable.

Les plateaux peuvent être rapprochés jusqu'à 1 millimètre de distance l'un de l'autre et on obtient ainsi par seconde un grand nombre de courtes étincelles.

C'est un éclateur de ce genre que Nagelschmidt utilise sur son appareil de diathermie. Il n'y a apporté qu'une modification. Dans l'éclateur Lepel le diélectrique qui sépare les deux plateaux métalliques est constitué par une certaine épaisseur de papier. Dans l'éclateur de Nagelschmidt le diélec-

---

1. Delherm et Laquerrière, *Gazette des Hôpitaux*, 26 juillet, 1910.

trique est une feuille de mica. Le papier présente cet avantage que sous l'influence des étincelles, il dégage des vapeurs nitreuses qui constituaient un milieu gazeux éminement favorable à l'extinction rapide des étincelles et au bon fonctionnement du condensateur.

Quoi qu'il en soit, ce modèle d'éclateur est très bon et n'a qu'un inconvénient, surtout celui de Nagelschmidt : il s'encrasse rapidement et sitôt qu'il est encrassé, l'appareil ne débite plus suffisamment. Il faut alors le démonter, le nettoyer, le polir soigneusement et le remonter. Cette petite opération n'est ni longue ni difficile, mais elle se renouvelle assez fréquemment.

M. Broca a préconisé un éclateur basé sur un autre principe, savoir : l'extinction rapide et la régularité des étincelles qui se produisent dans un milieu carburé. Il fait donc éclater l'étincelle entre deux pointes placées dans un récipient en verre qu'on emplit de gaz d'éclairage. Dans ces conditions on peut rapprocher très près les deux pointes sans que l'arc s'allume. Rien n'empêche d'ailleurs de se servir dans ces conditions d'un éclateur double ou multiple en série. Cela réduit encore la longueur d'étincelle et le résultat définitif est excellent.

C'est un éclateur de ce modèle que la maison Gaiffe a monté sur son appareil de diathermie médicale.

Maintenant que nous connaissons les points les plus importants en appareillage de diathermie, il

importe de décrire au moins sommairement des types les plus employés parmi les appareils spéciaux.

L'Appareil de Nagelschmidt (fig. 4)

M. Nagelschmidt a décrit dans *les Archives d'électricité médicale* (10 mars 1911) l'appareil qu'il avait d'ailleurs présenté au IIIe Congrès international de physiothérapie à Paris.

Nous lui emprunterons simplement la description qu'il en a fait.

« Nous supposons que le secteur fournit du courant alternatif de 40-50 périodes sous une tension d'environ 120 volts.

» Ce courant traverse un rhéostat convenablement chotsi et entre dans l'enroulement primaire du transformateur T qui induit dans le secondaire la tension nécessaire à l'éclatement, soit 2.000 volts effectifs. Il charge le condensateur K qui se décharge lui-même à travers la self W, aussitôt que la tension nécessaire pour l'éclatement est atteinte dans F.

« La self induction W, sert en même temps de circuit primaire d'un transformateur de Tesla et c'est au circuit secondaire W de ce transformateur que l'on prend le courant destiné à être introduit dans le corps ; on le mesure au moyen d'un ampéremètre à fil chaud. Le circuit secondaire peut être divisé en plusieurs fractions pour pouvoir faire varier la tension suivant qu'on utilise un nombre variable

de spires. Dans l'appareil de Siemens et Halske que nous décrivons, on emploie deux tensions différentes. Ce dispositif, dans son ensemble est connu depuis longtemps. Ce qu'il y a de nouveau dans notre appareil, c'est surtout le genre de l'éclateur.

Nous avons étudier plus haut cet éclateur qui se rencontre d'assez près avec celui de Lepel et Wien.

Ajoutons que l'appareil est monté sur une petite table à roulettes surmontée d'une caisse contenant les divers circuits, le transformateur et le condensateur. Que l'ensemble est bien groupé, facilement transportable et d'une utilisation relativement simple, et nous aurons les données indispensables sur cet intéressant appareil.

L'Appareil de la maison Gaiffe (fig. 5)

Cet appareil se compose en principe d'un petit transformateur qui charge une batterie de condensateurs, laquelle se décharge dans un circuit oscillant à travers un éclateur dont la particularité est d'être rempli d'un mélange carburé, gaz ou éther (système de M. le professeur Broca).

Pour éviter toute tension gênante sur le circuit d'utilisation, le transformateur ne donne au secondaire qu'une étincelle d'environ 1 millimètre ; il est alimenté par le courant fourni par le secteur, soit directement si le secteur est alternatif, soit indirectement, au moyen d'une commutatrice, lorsque la distribution est faite à courant continu.

Le condensateur est constitué par des glaces immergées dans l'huile de pétrole et le circuit oscillant est monté suivant le schéma de M. le professeur d'Arsonval. L'éclateur, système Broca, est double. Deux petites boîtes de fonte à carreau isolant portent les électrodes de métal approprié entre lesquelles jaillissent les étincelles ; chaque cuve présente les ajutages nécessaires pour la remplir soit de gaz d'éclairage, soit de vapeurs d'éther. Les étincelles ont une fraction de millimètre de longueur. Lorsque l'air est complètement chassé, ces étincelles acquièrent des qualités toutes particulières, l'arc disparaît complètement, l'éclatement devient régulier et l'on peut obtenir un très grand nombre de trains d'ondes à la seconde.

Tout a été bien combiné et l'appareil est d'un aspect agréable, d'un encombrement minime, d'une manœuvre simple.

On voit en B la manette permettant de prendre un nombre plus ou moins grand de spires au petit solenoïde ; en S les bornes d'utilisation, en D le milliampéremètre de haute fréquence.

Les condensateurs et le transformateur sont dans la caisse T.

Cet appareil ne le cède en rien à celui du Dr Nagelschmidt. Il peut par son faible volume, son réglage fait une fois pour toutes, etc., rendre de grands services.

Utilisation en diathermie des appareillages ordinaires de haute fréquence

Mais, nous l'avons dit, tout bon appareil de haute fréquence est capable de donner, entre les mains du praticien exercé, d'excellentes applications de thermopénétration et point n'est indispensable pour faire de la diathermie de posséder un appareil spécial.

Nous nous sommes, pour notre part, servi dans toutes nos applications de diathermie de deux appareils montés suivant le dispositif bien connu de d'Arsonval, munis d'un simple éclateur fixe, et nous avons obtenu tant de l'un que de l'autre, d'excellentes applications.

L'un était alimenté par une bobine du type Gaiffe fonctionnant sur interrupteur autonome à diélectrique gazeux. L'autre était le grand meuble de Gaiffe alimenté par un transformateur à circuit magnétique fermé.

Convenablement réglés — et ceci n'a rien que de très facile pour l'effet thermopénétration — ces deux appareils donnent les meilleurs résultats.

Nous devons cependant constater que le meuble sur alternatif avec transformateur à circuit magnétique fermé ne donne absolument aucune sensation faradique, tandis qu'avec la bobine on a parfois une sensation nette de fourmillement, de picotement, il suffit alors de diminuer la longueur d'étincelle à

l'éclateur. Mais on peut être amené par là à baisser l'intensité du primaire pour ne pas avoir d'arc et l'intensité du secondaire se trouve ainsi limitée. Mais cet inconvénient est minime. Le fait se produit rarement et a de hautes intensités puisque avec des électrodes de 9 centimètres sur 12 centimètres nous atteignons et dépassons facilement un ampère. La même sensation faradique est assez souvent ressentie d'ailleurs au cours des applications faites avec un appareil spécial.

Donc, nous le répétons : il n'y a pas nécessité de posséder un appareil spécial.

D'ailleurs, dès 1910, Laquerrière et Delherm avaient émis la même opinion.

« Tous les appareils de haute fréquence un peu puissants peuvent être utilisés pour faire de la thermopénétration.

» L'appareil de Gaiffe à circuit magnétique fermé de 1904 se prête parfaitement à ces applications, ainsi que les divers modèles actuellement en usage en France (1).

» Le Dr Belot est exactement du même avis. Tout bon dispositif de haute fréquence permet de faire des applications de diathermie médicale. Il n'est pas besoin d'appareil nouveau. M. Nagelschmidt prétend qu'avec les dispositifs habituels de haute fréquence, « l'ampérage des courants engendrés est trop petit

---

1. Delherm et Laquerrière, *Gazette des hôpitaux*, 26 juillet 1910.

» pour donner des effets diathermiques suffisants » dans la pratique médicale » J'ai fait une série d'essais qui m'ont conduit à une opinion toute différente. J'ai pu, à l'aide des deux appareillages dont je dispose à l'hôpital Saint-Louis, atteindre une intensité élevée. Avec des électrodes à large surface j'ai pu dépasser 2 ampères 5 et atteindre même 3 ampères (1). »

Le Dr Varet, assistant d'électrothérapie à l'hôpital de la Charité, a pu comparer un des appareils spécialement construits pour la diathermie, l'appareil du Dr Nagelschmidt et son appareillage ordinaire de haute fréquence (bobine à grande self de Gaiffe, interrupteur autonome à diélectrique gazeux, éclateur fixe ordinaire). Il obtient avec ce dernier de plus hautes intensités et ce sans effet faradique. Les résultats thérapeutiques sont identiques et il n'en pouvait être autrement.

La même opinion se retrouve sous la plume des Drs E. Albert Weil et L. Gerard :

« Nous voudrions montrer aujourd'hui qu'avec les appareils que nous utilisons, qui sont des appareils de d'Arsonval-Gaiffe, livrés en ces dernières années.... les applications diathermiques sont absolument indolores, sans aucun effet moteur et sans aucun danger (2). »

On voit donc que tout médecin possédant un bon

---

1. Dr Bélot, *les Dispositifs de diathermie*. Rapport du Congrès de l'A. F. A. S. Dijon, août 1911.

2. Albert Weil et L. Gérard, *Journal de physiothèrapie*, 15 décembre 1910.

appareillage de haute fréquence, pourra en obtenir d'excellentes applications de diathermie, à condition toutefois de le savoir régler pour l'effet thermopénétration.

Ce réglage n'est pas difficile et depuis longtemps d'Arsonval avait indiqué les précautions à prendre lorsqu'on veut, pour des électrodes de surface donnée, atteindre, sans effet faradique, de hautes intensités.

« La tolérance de l'organisme pour les courants alternatifs de haute fréquence ne saurait être indéfinie. L'effet Joule à lui seul suffirait à l'empêcher.

» Si on obtient des contractions, c'est que l'appareil est mal réglé pour une des causes suivantes :

» 1° Détonateur mal réglé comme distance explosible ;

» 2° Boules déformées ou mal polies ;

» 3° Étincelle insuffisamment soufflée = arc ;

» 4° Mauvais contact ou petite interruption dans les circuits tant de haute que de basse fréquence ;

» 5° Armatures du condensateur mal appliquées sur le diélectrique ;

» 6° Capacité trop grande ;

» 7° Self trop grande ;

» 8° Nature de la source électrique. Par exemple : avec une bobine l'interrupteur à mercure vaut mieux que le Wehnelt.

On arrive toujours après quelques tâtonnements à supprimer toute sensation et toute contraction musculaire. »

La plupart de ces facteurs sont, une fois pour toutes, déterminés par le constructeur. La construction de l'éclateur, du condensateur, le calcul de la capacité, la nature de la source électrique sont de ceux-là.

Le réglage de la longueur d'étincelle et la self permettent au contraire de modifier dans de très sensibles proportions le voltage et la forme même du circuit d'utilisation.

Ce réglage très simple peut se résumer ainsi :

1° Diminuer la self. Ne prendre sur le petit solenoïde qu'un nombre de spires très petit. Avec nos appareils nous n'avons jamais eu au-dessous et à partir de 6 spires aucun phénomène d'excitation :

2° Diminuer la longueur d'étincelle le plus qu'il est possible sans arriver à la formation d'un arc à l'éclateur.

Pour cela on commence par mettre — au moyen d'électrodes appropriées— la région à traiter en dérivation sur le petit solenoïde. On prend un très petit nombre de spires : 5 par exemple. Les pointes de l'éclateur sont amenées très près l'une de l'autre, 1 ou 2 millimètres, et le rhéostat qui règle l'intensité du primaire de la bobine est amené au zéro.

On a pris soin, bien entendu, de monter en série avec le sujet, un milliampéremètre à fil chaud.

Ces précautions prises, on ferme le circuit primaire et on augmente l'intensité graduellement jusqu'à ce qu'on ait formation d'arc à l'éclateur.

A ce moment on a dépassé l'intensité maxima qu'on puisse obtenir avec l'appareil ainsi réglé.

Il faut diminuer légèrement pour que l'arc ne se forme plus, et si l'intensité est suffisante et que le malade ne ressente aucune sensation autre qu'un apport lent de chaleur, on laisse les choses en l'état.

Veut-on augmenter l'intensité? On peut : soit augmenter la longueur d'étincelle, ce qui permettra d'augmenter l'intensité au primaire sans qu'il y ait formation d'arc, soit prendre un plus grand nombre de spires du solenoïde.

Avec ce second procédé on arrive à des résultats tout à fait irréguliers. Avec certains sujets, en effet, on peut prendre tout le petit solenoïde. Avec d'autres, on a à partir de 6 à 7 spires du fourmillement ou des contractions musculaires. Il suffit, en règle générale, d'augmenter graduellement le nombre des spires et, dès qu'on a des phénomènes d'excitation de diminuer d'une spire. On a ainsi le maximum de spires compatible avec une application parfaite, c'est-à-dire sans fourmillement ni contraction.

Quoique d'une façon moins notable, les longueurs d'étincelle que l'on peut employer sans inconvénient sont encore fort variables suivant les sujets. Il en résulte que l'intensité efficace — marquée au milliampéremètre à fil chaud monté en série avec le sujet — que l'on peut obtenir sans contraction ni effet faradique est fort variable aussi. Mais elle reste toujours assez élevée pour que les effets thermiques obtenus soient suffisants puisque, avec des électrodes de

petites dimensions — 9 × 12 centimètres — nous atteignons facilement et dépassons très souvent un ampère.

Pour nous résumer nous dirons donc que tout bon appareillage peut donner en diathermie d'excellentes applications. On peut d'ailleurs lui adapter un éclateur du type de celui du professeur Broca, qui permettant de très courtes étincelles, en rendra l'usage encore plus aisé.

Cependant les appareils spéciaux, peu encombrants, facilement déplacés, et toujours réglés, seront commodes et surtout agréables au praticien peu exercé à la manipulation des appareils producteurs de courants à haute fréquence.

Mesure de l'intensité efficace

La production d'une certaine quantité de chaleur à l'intérieur des tissus ne va pas sans risque de brûlures qu'il importe d'éviter. La mesure exacte de l'intensité du courant au moyen d'un milliampèremètre à fil chaud est un des plus sûrs moyens de contrôle. On monte simplement ce milliampèremètre en série dans le circuit où se trouve intercalé le malade, circuit pris en dérivation sur le petit solénoïde.

Avec un peu de pratique, on détermine aisément les intensités que l'on peut atteindre sans danger, intensités variables avec le sujet, avec la région

traitée, avec la surface des électrodes, avec les conditions plus ou moins bonnes dans lesquelles se fait l'application.

La sensibilité du sujet est certes un moyen de contrôle important. Mais, quoi qu'en pensent certains auteurs, c'est là une donnée insuffisante et chez certains sujets (cependant exempts de tout trouble trophique cliniquement constatable) on peut avoir de petites phlyctènes ou de légères brûlures sans qu'ils aient accusé aucune sensation de cuisson ou de picotement douloureux.

Il faut, chez eux, réduire notablement l'intensité du courant employé.

Mais si, en réduisant l'intensité, on limite les chances de brûlures, c'est en abaissant la somme de calories apportées aux tissus. Or, pour un effet thérapeutique puissant, il faut obtenir le maximum de chaleur supportable et compatible avec l'intégrité des tissus. Ici intervient un facteur important, dont nous n'avons encore pas parlé.

Les Électrodes

Presque tous les spécialistes qui firent, au début, des applications de diathermie utilisèrent les électrodes ordinairement employées par eux pour les applications galvaniques, telles, par exemple, les excellentes électrodes de Zimmern, construites par Lezy. Beaucoup s'en servent encore et les préfèrent

aux électrodes métalliques qui, cependant, tendent à s'imposer. Enfin, dernièrement, Laquerrière et Delherm ont fait connaître une électrode spéciale, très ingénieusement combinée, et qui réunit à la fois les avantages de l'électrode humide aux avantages de l'électrode en métal nu.

Les opinions sont encore très partagées et chaque électrode a ses partisans convaincus. Nous décrirons chacune d'elles, signalant ses avantages et ses inconvénients, et nous nous garderons de conclure autrement qu'en donnant nos préférences personnelles.

Les électrodes humides.—Les premières employées qui étaient en étain, recouvertes de gaze et imbibées d'eau salée, sont encore employées par un certain nombre de spécialistes. M. Zimmern se sert de ces électrodes pour galvanisation et en obtient d'excellents résultats. M. le Dr Belot préfère ces électrodes aux électrodes en métal nu. Il les applique sur la peau en les comprimant à l'aide d'un ballon en caoutchouc. La maison Gaiffe a construit sur ses indications des électrodes spéciales et très commodes auxquelles est appliqué ce genre de compression.

M. le Dr Varet, assistant d'électrothérapie à la Charité, préfère aussi les électrodes humides et M. Libotte, de Bruxelles, est du même avis et a décrit et présenté des électrodes en tissu hydrophile doublé de feutre et d'un isolant dont il est enchanté.

Cependant les électrodes humides ont un inconvénient que Laquerrière et Delherm ont signalé en même temps que leurs avantages :

« Nous pensons que si on emploie les appareils allemands qui ne peuvent servir que pour les effets thermiques, il y a tout avantage à employer des électrodes composées d'étoffes mouillées : en effet, d'une part, les appareils ayant un voltage assez faible, il est bon de diminuer la résistance de la peau et d'autre part, précisément aussi en raison de la faiblesse du voltage, il n'y a pas à craindre de voir, si l'étoffe se dessèche, des étincelles jaillir entre le conducteur métallique ou la plaque qui le termine et la peau.

» Par contre, avec les appareils français, surtout si on n'a pas pris le soin de bien les régler, on a des voltages beaucoup plus élevés : et alors avec du métal nu, il se produit dans la peau non humidifiée qui reste très résistante un échauffement très marqué qui peut aller jusqu'à la petite brûlure. Il semblerait donc préférable d'utiliser toujours avec eux comme avec les appareils allemands des étoffes mouillées : mais on tombe alors dans un autre inconvénient ; l'étoffe qui a déjà perdu une partie de son eau parce qu'il a été nécessaire de la comprimer plus ou moins pour la tenir en place, s'échauffe rapidement, et perd ce qui lui reste de liquide par évaporation. Le courant finit toujours par passer sous forme de petites étincelles qui ne sont pas toujours douloureuses mais qui réalisent une fulguration de la peau qui n'est pas sans inconvénient (1).

---

1. Laquerrière et Delherm, Société française d'Électrothérapie, 16 mars 1911.

Les électrodes en métal nu. — Préconisées par le professeur Bergonié, elles ont comme les électrodes humides, leurs partisans convaincus.

Les premières employées, qui étaient de plomb, offraient l'inconvénient d'être lourdes, et à cause de ce poids même, douloureuses dans le traitement de certaines affections telles que les arthritres gonococciques ou rhumatismales, par exemple.

Les électrodes faites de plaques minces d'étain n'ont plus cet inconvénient. Légères, très malléables, susceptibles de s'adapter assez exactement aux parties à traiter, fussent-elles irrégulières, elles ont de grandes qualités. On arrive, en les comprimant soigneusement (avec une bande Velpeau) à les faire adhérer exactement à la région à traiter et cette adhérence parfaite de l'électrode est une des conditions les plus importantes pour obtenir une bonne application de diathermie.

L'inconvénient principal ce ces électrodes est de n'être pas humides: par conséquent de ne pas diminuer la résistance de la peau qui, pour n'avoir pas la même importance en haute fréquence qu'en galvanisation, n'en est pas moins un facteur intéressant.

Donc les électrodes humides, aussi bien que les électrodes en métal nu offrent des avantages et des inconvénients.

C'est ce qui conduisit Laquerrière et Delherm à faire construire une électrode que nous appellerons « électrode mixte » et qui pour avoir les avantages

des électrodes sèches et des électrodes humides n'a pas leurs inconvénients.

Électrodes Laquerrière et Delherm. — Spécialement combinée en vue des applications de diathermie médicale, cette électrode a été présentée en mars 1911 à la Société française d'électrothérapie et de radiologie.

« Nous avons cherché, disent les auteurs, à réaliser un dispositif qui nous permette d'avoir les avantages des électrodes humides (diminution de la résistance de la peau) sans en avoir les inconvénients.

» Nous mettons directement sur la peau une toile métallique très fine et très souple qui adopte bien la forme des téguments, et nous plaçons par-dessus un épais matelas de tissu hydrophile mouillé. Avec ce dispositif, d'abord le métal est en contact direct avec la peau et par conséquent il ne peut se produire d'étincelle ; ensuite, la peau est humidifiée par l'eau de l'électrode aussi bien que quand on utilise les électrodes humides habituelles. Enfin, comme le courant ne traverse pas les étoffes, l'effet Joule ne s'y fait pas sentir : l'eau s'évapore par conséquent beaucoup moins et la masse d'eau s'échauffant seulement par son contact avec la peau contribue à refroidir celle-ci.

» Nous avons observé tant avec les électrodes métalliques nues qu'avec les étoffes mouillées, de petites brulûres à plusieurs reprises.

» Depuis quelques mois nous utilisons les électrodes dont nous venons de parler et depuis lors nous n'avons plus eu jamais de moindre ennui (1).

» De plus il nous semble que nous avons maintenant un meilleur échauffement en profondeur puisque notre électrode diminue légèrement les effets caloriques au niveau de la peau. En moyenne, les intensités que nous pouvons faire supporter nous paraissent être plus élevées.

» Nous ajouterons pour terminer que nous avons expérimenté divers modèles de toile métallique et que celle qui nous a paru de beaucoup la meilleure est la toile de cuivre qui sert à faire les tamis pour bluter les farines (2). »

Légères d'une application rapide et facile, capables de s'adapter très exactement aux téguments, réunissant les avantages dc l'électrode en métal nu et ceux de l'électrode humide, l'électrode Laquerrière et Delherm nous paraît, au moins jusqu'à présent, l'électrode de choix pour les applications de diathermie. Nous en avons eu toute satisfaction et nous ne pouvons qu'en conseiller l'usage.

---

1. Depuis, les auteurs ont constaté au cours de certaines applications la formation de petites phlyctènes et de très légères brulûres. On en verra, d'ailleurs, notées, dans les observations qui suivent. Mais en somme accidents rares, jamais sérieux, aucun n'ayant nécessité, fût-ce un seul jour, la suspension du traitement.

2. Laquerrière et Delherme, Société française d'électrothérapie et de radiologie, 16 mars 1911.

Toutefois, ni l'électrode humide du modèle de celles de Zimmern, ni l'électrode en métal nu faite d'une mince feuille d'étain souple ne sont incapables de rendre des services et toutes sont susceptibles de donner de bons résultats pourvu qu'on ait soin de les bien appliquer, de les coller très exactement aux téguments de la région à traiter. Nous recommanderons, pour cela, de les appliquer au moyen d'une bande de Velpeau bien serrée et au besoin d'assurer leur compression soit au moyen d'une de ces éponges en caoutchouc qu'on trouve facilement dans le commerce soit, mieux encore, au moyen de l'électrode pneumatique du Dr Belot.

ACTION PHYSIOLOGIQUE

DES APPLICATIONS LOCALES DE DIATHERMIE

Toute énergie qui éprouve une résistance se dégrade et le dernier terme de cette dégradation est la production de chaleur.

L'énergie électrique est susceptible de se transformer en chaleur et la résistance que le corps humain peut opposer à sa propagation est fort suffisante pour cela. Mais seuls de toutes les modalités de l'énergie électrique les courants de haute fréquence sont susceptibles d'être utilisés médicalement comme source de chaleur. Leurs propriétés si bien étudiées par d'Arsonval, et notamment leur action presque nulle sur la sensibilité générale et sur la motricité, l'absence de phénomènes d'électrolyse, permettent en effet de les employer sans inconvénient à des intensités qu'on est loin d'approcher sans accidents graves avec les autres formes de courant.

Nagelschmidt a très élégamment mis en valeur les qualités, à ce point de vue, des courants de haute fréquence.

« Soit une cuvette remplie d'eau salée où plongent deux électrodes : si on y fait passer un courant con-

tinu on voit qu'aux pôles apparaissent des bulles de gaz : de l'hydrogène se produit au pôle négatif, et de l'oxygène au pôle positif. Si maintenant on y fait passer des courants de haute fréquence on ne remarquera pas la moindre production de bulles de gaz.

» Si l'on fait passer dans une solution d'iodure de potassium contenant de l'amidon un courant continu, on voit à l'instant se produire un noircissement au pôle négatif. Répétons le même essai avec des courants de haute fréquence et nous n'observons plus d'effet notable d'électrolyse. Par contre, en mesurant la température de la cuvette on peut aisément reconnaître que le courant continu, qui fait surtout du travail chimique, produit un échauffement minimum de la solution, correspondant à la résistance électrique. Au contraire on observera avec les courants de haute fréquence ou bien aucune action chimique, ou bien une action plus faible, mais une très forte élévation de température. On voit l'eau colorée bouillir à l'instant même du passage du courant.

» Remplaçons l'expérience avec l'eau ou l'amidon par l'expérience physiologique et on remarquera des effets tout à fait analogues. Faisons plonger les deux mains d'un homme dans deux cuvettes d'eau qui sont reliées à une source de courant continu. Il suffira d'un courant assez faible pour qu'il ressente un fourmillement très distinct dans les parties parcourues par le courant.

» Nous ne saurions appliquer en un bain électrique,

même le mieux disposé, plus de 30 à 40 milliampères. Si nous faisons passer le courant trop longtemps ou que nous l'augmentons trop nous risquons de produire des lésions plus graves dues essentiellement aux dissociations électrolytiques. On n'observe dans ce cas aucune sensation de chaleur. Quelle différence quand on emploie des courants de haute fréquence. Nous voyons là un malade qui a une grande électrode sur le dos et une sur la poitrine. Je fais passer maintenant des courants de haute fréquence à travers son corps et on voit, sur l'ampèremètre, que sans que le malade soit en danger je puis appliquer non pas 30 ou 40 milliampères mais 3 ou 4 ampères, c'est-à-dire 100 fois autant en intensité et puisque la tension est de plusieurs centaines de volts, l'énergie en est bien plus forte.

» Si l'on demande au malade s'il ressent une sensation désagréable il répondra par la négative et dira qu'il ressent seulement un échauffement très prononcé mais tout à fait agréable. Tous les effets des courants galvaniques et faradiques : excitations, douleurs, contractions, électrolyse, ne se produisent plus ou se produisent à un si faible degré qu'ils sont à peine perceptibles pour nos sens. Nous pouvons donc dire que les courants de haute fréquence représentent une forme de l'énergie électrique qui, pour ainsi dire, est débarrassée des effets primaires ou secondaires que, jusqu'à présent, nous avions coutume de nommer électriques (1).

---

1. Nagelschmidt, *Effets produits par les courants de haute*

Ainsi nous avons, dans les courants de haute fréquence, un moyen pratique de développer, par effet Joule, une certaine quantité de chaleur dans les tissus que nous leur faisons traverser.

Quel est le mode de propagation de ces courants et quelle est la répartition dans les tissus de la chaleur qu'ils sont susceptibles de produire? Les expériences de Nagelschmidt, celles plus récentes de Bergonié et Rechou, de Maingot, etc., nous ont fixé à ce sujet.

« Si nous appliquons par deux pôles à deux endroits quelconques du corps un courant galvanique, nous savons que les lignes de flux électrique se répandent largement dans le corps dans différentes directions suivant la forme, la grandeur, etc. des électrodes. Il en est autrement avec les courants de haute fréquence : j'applique de chaque côté d'un morceau de chair crue une électrode de surface quelconque : je fais passer un courant de haute fréquence d'extrême intensité pendant quelques secondes et j'arrête l'application. Je coupe la viande en croix et l'on remarque à la forme de la coagulation qui s'est formée que les courants de haute fréquence ont borné leur passage à un cylindre correspondant aux surfaces des électrodes (1). »

Ainsi, les courants de haute fréquence se propagent

---

fréquence sur l'organisme. Congrès international de physiothérapie, avril 1910. Paris. Rapport présenté à la 4e section : électrothérapie.

1. Nagelschmidt, *loc. cit.*

en ligne droite d'une électrode à l'autre, et il est nécessaire de bien déterminer par la situation des électrodes le segment de l'organisme dans lequel on désire développer de la chaleur.

Cette production de chaleur se fait-elle d'une façon régulière ou quelle en est la répartition? Empruntons encore à Nagelschmidt le passage suivant de son rapport :

« Soit une cuvette dont le fond est couvert du blanc d'un œuf de poule. A deux extrémités opposées j'ai placé des électrodes métalliques et j'ai fait passer le courant de haute fréquence avec une certaine intensité pendant cinq minutes environ. On voit au centre de la cuvette entre les pôles, sur le diamètre qui les relie, et séparé de chacun d'eux par une large couche de liquide se former un petit centre de coagulation ; si je continue à faire passer le courant le foyer s'avance peu à peu vers les deux pôles.

» J'interromps cette expérience et je vous montre ici une autre cuvette semblable, dans laquelle, avec les mêmes électrodes, mais par une modification de l'intensité des courants, je parviens à faire commencer la coagulation près des électrodes mêmes et à la faire s'étendre sur les côtés : la propagation se fait vers le milieu en s'élargissant. Cette différence s'explique aisément par ce fait que lorsque le courant est faible et que l'échauffement du liquide interposé entre les électrodes est lent, celles-ci enlèvent au liquide environnant de la chaleur par leur masse

métallique et la rendent à l'air tandis qu'au centre les conditions de transmission de la chaleur sont moins favorables. C'est donc là que se produit le plus fort échauffement. On voit dans l'autre cas que le courant étant relativement fort, la grande densité du courant près de l'électrode l'emporte sur son pouvoir conducteur de la chaleur et cause vite la coagulation, tandis qu'au milieu la divergence des lignes de flux du courant, légère toutefois, la retarde (1). »

Certes, en clinique, ces différences ne sont pas appréciables mais il était intéressant de signaler ces expériences qui permettent de se rendre un compte assez exact de la nature des phénomènes que nous étudions. Nous ajouterons seulement que la nature des électrodes doit jouer un grand rôle dans la formation centrale ou périphérique du premier foyer de coagulation et qu'il est probable qu'avec les électrodes Laquerrière et Delherm qui assurent un échauffement notablement moins fort de la peau, on peut obtenir, au centre de la région traitée, de plus hautes élévations de température, sans phlyctènes ni brûlures des téguments.

A la suite de Nagelschmidt, Bergonié et Rechou ont cherché à déterminer la répartition des températures à l'intérieur des tissus. L'expérience (applications de diathermie sur un morceau de cuisse de bœuf, électrodes en métal nu, thermomètres répartis régulièrement) montra que les thermomètres centraux

1. Nagelschmidt, *loc. cit.*

atteignent une température plus élevée que ceux placés au niveau des électrodes. Un thermomètre placé au centre de l'os a une température moins élevée (1). Le Dr Maingot expérimentant sur des carrés de foie de veau dans lequel il introduisait 3 rangées de thermomètres constata, lui aussi, que les thermomètres centraux montaient plus rapidement que ceux des deux rangées périphériques.

On peut donc conclure que *l'élévation thermique des tissus est plutôt plus considérable au centre de la lésion traitée que sur les téguments, points d'application, cependant, des électrodes.*

On conçoit ce que cette méthode peut rendre de services qui permet un apport de chaleur aux tissus profondément cachés et jusqu'ici inaccessibles ou à peu près à l'action thérapeutique de la chaleur. Le foie, l'estomac, l'intestin, la vessie, les organes génitaux sont accessibles à la diathermie. Nagelschmidt a pu, sur un cadavre frais, obtenir sur un cerveau une augmentation de température qui, au centre, atteignait 4°5 pour cinq minutes de passage d'un courant allant d'une tempe à l'autre. Ainsi, grâce aux courants de haute fréquence, nous pouvons obtenir sur le corps humain, assimilé à un électrolyte, un effet Joule suffisant pour que la quantité de chaleur dégagée sur le passage du courant soit considérable et permette des effets qui sont réglables

1. Bergonié et Béchou, rapport au Congrès de l'A. F. A. S. Dijon, août 1911.

depuis la plus légère élévation de température jusqu'à la coagulation, voir la carbonisation des tissus.

Et cette élévation de température, nous l'obtenons non pas en augmentant les combustions, mais en introduisant dans l'organisme une certaine quantité d'énergie. Sur tout le parcours des lignes de flux du courant, nous augmentons la température des cellules.

Le corps humain devient un électrolyte s'échauffant par effet Joule. Mais ici nous devons bien dire que ce n'est que par à peu près, par assimilation que l'on peut comparer à un électrolyte des tissus animaux essentiellement variables. L'inégale répartition des élévations de température suivant la nature des tissus traversés (expérience de Bergonié et Rechou) suffirait à nous donner la preuve qu'il ne convient pas d'appliquer ici, au moins rigoureusement la formule bien connue.

$$W = RI^2 \, d\,t.$$

A cet apport de chaleur l'organisme réagit, cherchant à rétablir son équilibre thermique. Il économise les produits nécessaires au maintien de sa température propre et les échanges se ralentissent temporairement pour, il est vrai, augmenter ensuite ainsi que l'ont montré les analyses de d'Arsonval.

L'effet Joule produit par le courant amène la défense par vaso-dilatation périphérique ; le pouls capillaire devient plus ample, le dicrotisme plus

marqué, la portion ascendante de la courbe est plus redressée (1).

C'est à cette vaso-dilatation périphérique que le professeur Wertheim Salomonson attribue les baisses de pression artérielle constatées par lui dans quelques cas.

En résumé, la diathermie constitue un nouveau moyen d'apporter aux tissus, sans dépense pour l'organisme, une certaine quantité de chaleur. Indirectement par l'hyperhémie qu'elle provoque, la diathermie augmente la nutrition des tissus et les place en un meilleur état de défense. Elle se rapproche par là de la méthode de Bier, suivant la remarque fort juste de M. le professeur Bergonié.

Mais le grand avantage de la méthode est qu'elle permet un apport de chaleur par voie interne. Nous ne chauffons pas l'organisme en plaçant sur les téguments une source quelconque de chaleur et en comptant sur la conductibilité des tissus. Nous chauffons, directement, toute la partie du corps comprise entre les deux électrodes.

« Nous diathermisons toute une section du corps traversée par le courant, en engendrant des millions et des milliards de centres minimes d'échauffement dans chaque molécule, et peut-être même dans

---

1. Voir à ce sujet les travaux de Zimmern et Turchini, *in Archives d'électricité médicale*, septembre 1908 et de Laquerrière et Delherm. Congrès de l'A. F. A. S. Grenoble, 1904, Lyon, 1905.

chaque atome, et cela suivant leur résistance spécifique (1).

Telles sont, brièvement énoncées, les principales propriétés physiologiques des courants de haute fréquence employés suivant la technique maintenant bien connue des applications de diathermie. Voyons-en maintenant les applications cliniques.

---

1. Nagelschmidt, *loc. cit.*

INDICATIONS ET CONTRE-INDICATIONS

Nous pensons qu'à propos des indications, et plus encore à propos des contre-indications de la diathermie tout le monde doit être d'accord : elles ne sont pas encore posées, tant s'en faut.

Les différents auteurs, et les Allemands en particulier, ont mis la méthode à l'épreuve contre les affections les plus diverses, avec des résultats d'ailleurs fort différents de l'un à l'autre.

Ce qui paraît ressortir nettement des observations publiées jusqu'ici, c'est l'action sédative, absolument remarquable, des applications de diathermie. Sciatiques, névrites de toute origine, lumbagos, rhumatismes, goutte, arthrites douloureuses, douleurs fulgurantes du tabes, céphalalgies, névralgies de toute espèce, etc., etc., toutes les affections où le symptôme douleur joue un rôle et parfois un rôle primordial, ont été traitées par les applications de la diathermie. Presque tous les auteurs sont d'accord pour vanter les sédations obtenues.

Von Bernd, Laqueur, Nagelschmidt, Bergonié et Frimaudeau, Albert Weil, Simund Gara, Labbé et Maurice Blanche, Laquerrière, Delherm, ont apporté

maintes observations où le rôle analgésique de la thermopénétration est évident.

Là-dessus peu de désaccords. Lorsqu'on ne demande à la diathermie qu'une action sédative on n'éprouve que peu d'échecs. Il suffira de consulter les comptes rendus, rapports, articles, etc., que nous signalons dans notre notice bibliographique pour vérifier ce fait.

Citons un peu au hasard : Von Bernd (1) et Laqueur (2) ont de bons résultats dans la talalgie, dans l'achillodyme.

Nagelschmidt (3) voit diminuer et même céder les douleurs fulgurantes et les crises gastriques du tabes, les céphalalgies, les douleurs ischiatiques, les névralgies, les tics douloureux.

Cerera Salse (4) obtient une diminution des douleurs dans plusieurs cas d'arthrites rhumatismales.

Bergonié et Frimaudeau (5) signalent un cas de tabes où en huit séances les crises gastriques et des coliques extrêmement douloureuses furent abolies et plusieurs cas d'arthrites et d'ankyloses fibreuses où l'élément douleur fut notablement diminué.

---

1. Von Bernd, *Zeits. f. physik. und diat therapie.* Band 13, Heft 3, 1908 et *Wiener Klin. Wochenschrift*, 1908, n° 15.

2. Laqueur, *Zeits. f. physik. und diat therapie.* Band 13, Heft 5.

3. Nagelschmidt, Rapport au Congrès intern. de physiothérapie. Paris, 1910.

4. Cerera Salse, Communication au Congrès intern. de physiothérapie. Paris, 1910.

5. Bergonié et Frimaudeau, Congrès de l'A. F. A. S. Toulouse, 1910.

E. Albert Weil et L. Gérard (1) obtiennent une sédation nette du symptôme douleur dans tous les cas de douleurs bien localisées, dans des arthrites et des algies diverses.

Simund Gara (2) présente une série de malades atteints d'arthrites d'origines diverses traités par la diathermie et où « les seules modifications notables sont celles qui ont trait à la douleur ».

D. Labbé et Maurice Blanche (3) ont les mêmes sédations de douleurs dans des cas de gastralgies par dyspepsie nervo-motrice, arthrites rhmatismales, névralgies sciatiques du plexus cervical, etc.

Bergonié et Rechou (4) signalent une « action sédative fort utile » dans les affections articulaires aiguës, les arthrites gonococciques, les douleurs fulgurantes du tabes, etc.

Laquerrière et Delherm (5) ont eu des résultats semblables dans plusieurs cas d'arthrites rhumatismales subaiguës, d'algies des plexus abdominaux.

On le voit, l'action sédative des applications de diathermie est nette et des auteurs déjà nombreux qui ont étudié la question, aucun ne met en doute

---

1. E. Albert Weil et L. Gérard, *Journal de physiothérapie*, 15 décembre 1910.

2. Simmund Gara, *Archives f. physikal. med.*, août 1910.

3. D. Labbé et Maurice Blanche, *Presse médicale*, 26 avril 1911.

4. Bergonié et Rechou, Congrès de l'A. F. A. S. Dijon, août 1911.

5. Delherm et Laquerrière, *Gazette des hôpitaux*, 26 juillet 1910.

cette action. Nous devons cependant noter ici deux contradictions, toutes deux au sujet de cas de douleurs et crises tabétiques :

« Nous devons dire que l'un de nous a eu l'occasion de soigner un tabétique atteint d'hyperesthésie dans la région du visage sans obtenir d'amélioration (1). »

« Dans le tabes il y a *quelquefois* également disparition des douleurs fulgurantes (2). »

L'action sédative mise hors de cause, voyons les améliorations objectives.

Ici nous sommes moins bien renseigné, les auteurs sont loin d'être d'accord et les échecs sont nombreux.

Ni Von Bernd, ni Laqueur, ni Nagelschmidt n'ont rien apporté de bien concluant. Ils parlent d'améliorations, de pression abaissée, etc., sans citer aucun fait, aucun chiffre précis. Simund Gara n'a pu obtenir d'améliorations fonctionnelles (il ne dit pas objectives) dans les arthrites qu'il a soigné que chez des sujets jeunes et dont l'affection était récente. Dans les cas chroniques et anciens les résultats ont été moins bons et souvent nuls.

Laqueur n'a pu obtenir sur des arthrites blennorragiques aucune amélioration fonctionnelle. Ses expériences lui avaient d'ailleurs montré l'impossi-

---

1. Delherm et Laquerrière, *Gazette des hôpitaux*, 26 juillet 1910.

2. Bergonié et Rechou, Congrès de l'A. F. A. S. Dijon, août 1911.

bilité de tuer *in vivo* le gonocoque. Il injectait dans une articulation de lapin une culture de microbe peu thermostabile (vibrions du choléra, gonocoques, pneumocoques, etc.) et a observé qu'en échauffant cette articulation par la diathermie on pouvait, sans lésion des téguments, diminuer considérablement la vitalité des microbes infectés. Mais il ne parvint en aucun cas à les détruire ni même à en empêcher la reproduction. Il apparaît donc que l'action de la diathermie (si action il y a) ne saurait résider dans son action directe sur les micro-organismes.

On voit donc qu'en somme aucun auteur n'a apporté d'observations prouvant nettement une amélioration objective due à un traitement par la diathermie.

Par contre les échecs ne sont pas rares :

Bergonié et Frimaudeau échouaient complètement contre une arthrite bacillaire du poignet en évolution chez un jeune homme. Aucune amélioration n'étant obtenue après 15 séances le malade dut aller en chirurgie. Plusieurs autres observations apportées à la même époque (1) permettaient aux auteurs la conclusion suivante :

« En somme effet analgésique rapide et puissant mais action limitée et même contestable sur l'évolution des lésions. »

Ces conclusions sont à peu près aussi celles que donnent à leur rapport sur la question au Congrès

---

1. Congrès de l'A. F. A. S. Toulouse, 1910.

de l'A. F. A. S. (Dijon, 1911) MM. Bergonié et Rechou.

Le professeur Bergonié cependant a signalé peu avant un résultat fort encourageant obtenu dans un cas de pleurésie chronique, où avec la suppression des douleurs, il obtint une régression rapide de l'exsudat et une amélioration fonctionnelle considérable.

Enfin le Dr Belot qui a obtenu de forts beaux résultats dans le traitement de sciatiques rebelles au courant galvanique, a traité sans aucun succès plusieurs arthrites gonococciques. Encouragé dans cette voie par les déclarations enthousiastes des auteurs allemands, il n'a obtenu qu'une sédation, à la vérité fort nette, des douleurs, mais des radiographies prises avant et après le traitement lui permirent de constater qu'aucune amélioration anatomique des lésions n'avait été obtenue. Il aboutit au même échec dans plusieurs cas d'arthrites tuberculeuses.

Aussi nette est l'action sédative de la diathermie, aussi vague, aussi improbable même son action sur les lésions anatomiques. Telle est la conclusion que l'on peut, dès à présent, tirer des observations encore bien peu nombreuses et portant sur trop d'affections diverses,qu'on a publié tant à l'étranger qu'en France sur le traitement par la diathermie.

C'est aussi celle que nous pouvons tirer des quelques observations que nous avons prises à la clinique Apostoli-Laquerrière. La plupart de ces observations

ont été brièvement rapportées au Congrès de l'A. F. A. S. (Dijon, août 1911). Mais il ne nous paraît pas inutile de les rapporter ici plus complètement. Nous pensons qu'elles pourront montrer ce qu'on peut attendre de la diathermie, presque à coup sûr, et qu'elles montreront qu'il convient de n'accueillir qu'avec réserve les conclusions trop vite enthousiastes de certains auteurs.

Notre expérience personnelle

Depuis deux ans environ la thermopénétration est utilisée à la clinique Apostoli et avec des résultats qui, globalement, présentaient une moyenne satisfaisante. C'est ce qui encouragea le Dr Laquerrière à chercher à préciser les détails de la technique et sous sa direction nous prîmes l'habitude de noter très exactement la taille des électrodes et l'intensité employées. Nous n'avons pas utilisé un appareillage spécial nous contentant de régler, ainsi que nous l'avons expliqué ci-dessus pour ces applications particulières l'appareillage de haute fréquence utilisé habituellement à la clinique. Comme on le verra dans nos observations il nous a été très facile de faire traverser une articulation ou un tégument du membre par un courant de 700 à 1.500 milliampères et nous avons pu sans aucun phénomène sensible atteindre 2 ampères en application abdominale.

Nous nous sommes servi des électrodes Laquer-

rière et Delherm également décrites ci-dessus et dont nous ne pouvons que recommander l'emploi, surtout à ceux qui, comme nous, utilisent en diathermie leur appareillage courant de haute fréquence. Notre technique a, également, été longuement exposée aux chapitres précédents. Il ne nous reste plus qu'à donner quelques observations et à en tirer les conclusions qu'elles comportent.

Observation I

M. B..., quarante-quatre ans, forgeron. Ce malade, examiné par nous le 2 juin 1911, se plaint de crises viscérales douloureuses, se produisant presque quotidiennement et consistant surtout en coliques d'une intensité remarquable.

Ce malade avait, il y a douze ans environ, été pris, d'une façon brusque, d'une douleur violente au creux épigastrique, douleur suivie d'un abondant vomissement de sang. Mis aussitôt à la diète hydrique il se remit parfaitement, et ce n'est que quatre ans plus tard qu'il commence à ressentir les crises douloureuses qui l'amènent, aujourd'hui encore, à la clinique.

Ces crises d'abord légères et assez espacées augmentèrent progressivement en nombre et en intensité au point d'arriver, en 1907, à être devenues presque quotidiennes et très douloureuses.

Il vint alors à la clinique où, de mars 1907 à juin 1908 il fut soigné par une série d'applications galvaniques, applications abdominales, avec larges électrodes, et 90 à 100 mil-

liampères durant dix minutes. Ces applications, quotidiennes au début, amenèrent assez rapidement un espacement graduel des crises et une diminution de la violence des douleurs. On put espacer peu à peu les séances et, en juin 1908, suspendre complètement le traitement.

Mais en mars 1909 le malade subissait une nouvelle série de crises violentes. Le même traitement, repris de mars à novembre 1909, obtint le même succès.

L'année 1910 nouvelle série de crises mais moins sérieuses et que quelques applications galvaniques améliorent puis font rapidement disparaître.

Le malade avait depuis près d'un an cessé tout traitement lorsque, en avril 1911, les crises douloureuses réapparaissent, légères et espacées, d'abord, pour devenir ensuite violentes et presque continues, onze séances de galvanisation n'amenèrent cette fois-ci aucune amélioration. Nous décidâmes alors d'essayer la thermopénétration.

A ce moment l'état général du malade, un peu maigre il est vrai, est cependant fort satisfaisant. Appétit, digestion, selles, tout est normal chez lui : fonctionnellement au moins le tube digestif paraît en excellent état. Sa paroi abdominale est légèrement tendue, mais elle n'est aucunement douloureuse et reste facilement dépressible par une pression douce et prolongée. La percussion ni la palpation ne montrent rien d'anormal. Le foie ne déborde pas les fausses côtes.

Cependant ce sujet présente, trois heures environ après le repas de midi, et — mais bien plus rarement — après le repas du soir, de violentes crises de douleurs abdominales, survenant lentement, sourdement, progressivement, augmentant

peu à peu d'intensité, lui donnant une sensation de striction ou de torsion insupportables. L'intensité de ces crises, l'absence de troubles fonctionnels en rapport avec leur gravité nous avaient fait songer à une origine nerveuse : tabes, sclérose en plaques, etc. Mais aucun signe ne vint appuyer cette idée et il nous parut improbable qu'un tabétique ait depuis huit ans des crises viscérales sans accuser aucun autre symptôme de sa maladie. Nous nous rangeâmes donc au diagnostic de névrose des plexus abdominaux, émettant cette hypothèse que cette névrose pouvait prendre son point de départ dans une adhérence d'une cicatrice, résultats de l'accident initial accusé par le malade quatre ans avant le début des crises douloureuses. Quoi qu'il en soit, une affection où le symptôme douleur ne s'appuie sur aucun phénomène fonctionnel, sur aucune lésion cliniquement constatable nous parut relever de la diathermie

Voici les résultats que nous avons obtenu :

Ce malade était soigné deux fois par semaine (ses occupations l'empêchant de venir plus souvent à la clinique) ; nous lui mettions dans le dos une large électrode (18 et 16 centimètres) et une autre identique sur la paroi abdominale. Une dizaine de spires du petit solénoïde, étincelle de 3 à 4 milli mètres, 1.650, puis 1.800 puis 2.000 milliampères. Séances de trente minutes, sans interruption, les électrodes restant très suffisamment humides.

La sédation fut sensible dès la troisième séance pour s'accentuer aux applications suivantes. Les crises se firent courtes, peu douloureuses et lorsque le malade venait à la clinique en pleine crise (ce qui arriva plusieurs fois), l'effet sédatif de l'application était immédiat et sûr. Après la hui-

tième séance les crises avaient presque complètement disparu.

N. B.— Ce sujet présentait des radiales nettement « en tuyaux de pipes ». La pression prise au Pachon par notre collègue Nuytten n'était cependant que de 16 cm. 5 (maximum). Elle n'a pas été modifiée par les applications.

Voilà une observation prouvant nettement l'action analgésique puissante et rapide des applications de thermopénétration. Nous en trouverons d'ailleurs plusieurs autres exemples. Nous ne pouvons parler ici de l'action sur les lésions ou les phénomènes fonctionnels puisque ni l'un ni l'autre de ces facteurs n'étaient perceptibles cliniquement.

Observation II

Mlle S..., vingt ans, se plaint de douleurs spontanées, continues, de la hanche et du genou droits Elle souffre de ces deux articulations depuis l'âge de seize ans. Elle fut, à ce moment, soignée pour sciatique. Après quinze jours de repos les douleurs s'atténuèrent et disparurent.

A dix-sept ans nouvelles douleurs, cette fois à l'annulaire droit. La malade parle d'une entorse qui aurait été soignée à Berck par l'immobilisation et guérie au bout de trois mois.

A dix-huit ans, elle recommence à souffrir de la jambe droite. On lui applique un appareil plâtré, laissé trois mois. La jambe reste raide, douloureuse, et se fatigue rapidement.

Un deuxième séjour à Berck n'amène aucune amélioration.

En juin 1910, une crise douloureuse la force à s'aliter un mois. Elle a une nouvelle crise semblable, en février 1911, mais qui ne dura que dix jours.

En dehors de ces douleurs spontanées du genou et de la hanche, la malade ne présente aucune altération perceptible non plus à l'inspiration qu'à la palpation. Les mouvements de la hanche sont absolument normaux, seule l'abduction forcée de la cuisse provoque une légère sensation de douleur.

On note une légère hydarthrose du genou dont la flexion et l'extension forcée sont légèrement douloureuses. Le quadriceps droit est légèrement atrophié.

Soignée d'abord par la galvanisation du genou et la faradisation ondulée du quadriceps droit (appareil de Zummern et Turchini). la malade n'est nullement améliorée au bout de vingt-six séances. Nous essayons alors la thermopénétration, soignant à chaque séance successivement la hanche et le genou.

Hanche : électrodes 9 × 12 centimètres. Antéro-postérieures, 850 milliampères, dix minutes.

Genou, électrodes 8 × 5 centimètres, placées de chaque côté de l'articulation ; 850 à 1.000 milliampères, dix minutes.

Nous fîmes ainsi, dix-sept séances sans obtenir la plus minime amélioration.

Quelles conclusions tirer de cette observation ? Et d'abord quel diagnostic poser ? Cette malade a été soignée pour sciatique, puis pour lésions bacillaires. Ni l'un ni l'autre de ces diagnostics n'est satisfaisant. Des lésions bacillaires en évolution depuis quatre ans et n'aboutissant à aucun signe cli-

nique autre qu'une gêne minime des mouvements, une hydarthrose très légère et des douleurs intermittentes, cela, n'est pas fréquent. Aucun antécédent, aucun symptôme général, aucune autre lésion bacillaire n'autorisent par ailleurs un semblable diagnostic.

Aucun point osseux n'est douloureux à la pression. La radiographie ne montre non plus aucune lésion susceptible d'expliquer les phénomènes douloureux.

D'autre part aucune infection antérieure ; pas de crises rhumatismales vraies, rien ne vient éclairer l'étiologie. Alors ? Alors on est réduit à dire : hydarthrose légère, d'étiologie X, avec atrophie légère du quadriceps correspondant, provoquant, chez une jeune fille peut-être particulièrement nerveuse et sensible, des douleurs spontanées augmentées par la fatigue.

Quoi qu'il en soit, échec complet de la méthode qui ici n'a même pas agi sur l'élément douleur. Nous noterons ici : l'ancienneté relative des lésions (début il y a quatre ans). Nous verrons encore des lésions chroniques déjà anciennes n'être que peu ou pas améliorées par les applications de diathermie.

N.-B. — Nous n'avons eu aucune amélioration, nous ne parlons ici que de la sensibilité articulaire. Les muscles de la jambe légèrement atrophiés et fatiguant rapidement furent soignés par la faradisation ondulée (appareil de Zimmern et Turchini) et très sensiblement améliorés. La malade quoique souffrant toujours, marche bien mieux. Mais cette amélioration ne peut être mise sur le compte de la diathermie.

Voici maintenant une observation qui présente avec celle-ci un certain nombre de points communs.

Observation III

Mlle C..., dix-sept ans. Se plaint depuis trois ans de douleurs vagues, continues du genou gauche, douleurs de l'articulation, augmentées par la fatigue mais ne disparaissant pas complètement au repos.

Cette malade a eu la fièvre typhoïde à trois ans et demi et à huit ans des crises choréiformes (sur lesquelles elle n'est d'ailleurs pas très explicite).

Elle est actuellement soignée pour obésité : traitement du professeur Bergonié.

Elle a, en effet, 1 m. 63 et pèse 87 kgr. 760. Elle présente en outre une légère exophtalmie et une légère hypertrophie du corps thyroïde, sans autre symptôme de basedowisme.

Son genou douloureux ne présente à l'inspection ni à la palpation rien de particulier. Aucun point douloureux. Aucune limitation des mouvements. La radiographie ne donne non plus aucun renseignement sur la cause de ces douleurs.

Voici encore une arthrite dont l'étiologie, la pathogénie nous échappent complètement. Étant donné l'âge et le poids de la malade nous sommes tentés d'adopter l'hypothèse d'une lésion minime, non perceptible à la radiographie, non plus qu'aux moyens d'investigations cliniques, d'une lésion des ménisques par exemple ; le poids de la malade amenant une

fatigue exagérée, et des douleurs dans une articulation n'ayant cependant aucune lésion grave.

Cette malade fut soignée d'emblée (au moins à la clinique) par la thermopénétration : électrodes 9 × 12 centimètres ; 650 à 900 milliampères ; dix minutes.

Nous n'obtînmes en douze séances aucune amélioration.

Ultérieurement on essaya la révulsion avec le manchon de verre, puis l'ionisation de salycilate de soude, et on éprouva le même insuccès.

Ici comme dans l'observation précédente aucune amélioration de la sensibilité articulaire. Aucune amélioration fonctionnelle (la malade n'ayant d'ailleurs pas d'atrophie réflexe de son quadriceps et la gêne à la marche paraissant uniquement due à la douleur). Ici encore lésions non perceptibles. Ici encore l'affection est relativement ancienne (3 ans).

L'échec, ici comme dans l'observation précédente, fut complet.

Voici encore une observation où le traitement aboutit à un échec total. Mais ici il s'agit d'un accidenté de travail et sans vouloir insinuer quoi que ce soit, nous ne pouvons nous empêcher de songer que le professeur agrégé Chavigny a fait un travail sur les œdèmes artificiels. Voici cette observation.

Observation IV

M. P..., quarante-cinq ans, a eu le 22 décembre 1910 la main serrée entre un mur et le fardeau qu'il portait.

Examiné le 21 février 1911 il présentait un œdème diffus,

dur, peu dépressible, de la face dorsale du carpe et du métacarpe.

Le premier métacarpien et la première phalange de l'index présentent à la pression une très vive sensibilité.

Les mouvements des phalanges les unes sur les autres et sur le métacarpe sont limités et douloureux. Les mouvements de flexion et d'extension de l'index et du médius particulièrement limités et presque impossibles sans douleurs vives.

Le sujet n'a jamais été malade, ne présente aucun autre œdème. Son cœur, ses poumons ne révèlent rien d'anormal à un examen sérieux. Les urines sont normales.

La radiographie, prise avant et au cours du traitement, n'a permis de décéler aucune lésion permettant d'expliquer cet œdème douloureux.

Les bains de lumière locaux (13 séances), les étincelles de haute fréquence, mal supportées d'ailleurs par le sujet (2 séances), la faradisation (16 séances) n'amenèrent aucun résultat. On essaya alors la thermopénétration ;

Électrodes 8 × 5 centimètres, l'une au dos, l'autre à la paume de la main ; 750 à 950 milliampères ; dix minutes.

Neuf séances sans aucune amélioration, le malade se plaignant au contraire davantage.

Voilà encore, au passif de la méthode, un échec complet. La thermopénétration a échoué comme avaient échoué les autres traitements essayés antérieurement. Il est vrai que cette observation n'est pas probante étant donné les doutes que l'on peut légitimement avoir sur l'étiologie des lésions constatées et la véracité des dires du sujet.

Observation V

Mlle D..., vingt-trois ans, présente de l'arthrite chronique (d'origine rhumatismale ?) des deux genoux et une atrophie réflexe assez marquée des deux quadriceps, sans réaction de dégénérescence mais avec, cependant, une légère hypo-excitabilité faradique.

Sans jamais avoir eu de crises de rhumatisme articulaire aigu, sans non plus qu'on puisse remonter à quelque infection ancienne ou latente (gonococcique, tuberculeuse, etc.), Mlle D... se plaint depuis un an, environ, de douleurs presque continues dans les deux genoux, augmentées par la fatigue, disparaissant presque totalement au repos. Les genoux ne présentent cependant rien d'anormal à l'inspection ni à la palpation. Pas trace d'hydarthrose.

Cette malade fut d'abord soignée par la galvanisation, 30 milliampères, dix minutes, d'un genou à l'autre, suivie de galvanisation rythmée et inversée au métronome des deux quadriceps.

Dix-huit séances n'amenèrent aucune sédation des douleurs. Par contre, l'atrophie musculaire fut nettement enrayée et le périmètre de la cuisse augmenta, de chaque côté, d'environ 1/2 centimètre.

On décida de remplacer la galvanisation des genoux par des applications de diathermie.

Électrodes 9 × 12 ; environ un ampère, dix minutes. Dès la cinquième application les douleurs s'atténuèrent au genou droit. A la huitième, on note une amélioration nette des deux

genoux. A la suite de la neuvième séance il se forme au genou gauche trois petites brûlures.

Mais les douleurs cèdent complètement, la marche devient facile et la malade demande à ne revenir que si elle souffre à nouveau. Nous l'avons revue plusieurs fois depuis et elle nous a déclaré ne plus souffrir de ses genoux.

N.-B. — Il va sans dire que les applications de diathermie étaient, comme celles de courant galvanique, suivies de séances de galvanisation rythmée des quadriceps.

Dans cette observation la diathermie s'est, au point de vue sédation des douleurs, montrée supérieure au courant galvanique. Aurait-elle comme lui une action sur la nutrition des tissus ? Rien dans ce cas ne permet de plaider pour ou contre. Retenons donc seulement une action analgésique qui, dans ce cas, fut nette, rapide et de longue durée.

Observation VI

M. L..., quarante ans, épicier, s'est en 1907 fracturé la jambe gauche. Bien remis, il boite cependant un peu et fatigue beaucoup de la jambe droite, sur laquelle il porte tout le poids de son corps.

En mars 1908, il fait une crise brusque, avec fièvre, sueurs, douleurs articulaires qu'on peut étiqueter rhumatisme articulaire aigu.

Cette crise lui laisse au genou droit une hydarthrose volumineuse soignée par ponctions, compression et pointes de feu, sans aucun résultat.

Des applications de courant galvanique combinées à de la faradisation à interruptions espacées du quadriceps, amènent au bout de vingt-six séances une amélioration suffisante pour suspendre le traitement.

Le malade allait à peu près bien lorsque le 9 décembre 1910 il fit une chute sur le genou droit et à la suite une hémarthrose considérable (une première ponction donna 500 centimètres cubes de liquide sanglant). Malgré des ponctions, des injections, de la compression, des pointes de feu, cette hémarthrose ne guérit pas et laissa après elle une hydrathrose rebelle.

Le 6 janvier 1911, le malade revint donc nous trouver, se plaignant de douleurs intermittentes exaspérées par le travail et d'une fatigue rapide lui rendant la marche et la station debout presque impossibles.

L'épanchement était encore notable (choc rotulien sans comprimer les culs-de-sac). Le genou était augmenté de volume et le quadriceps correspondant très notablement atrophié.

Un traitement par le courant galvanique n'amenant pas d'amélioration nette, nous nous décidons au traitement suivant :

Faradisation lente du quadriceps et thermopénétration : électrodes latérales de 9 × 12 centimètres ; 1250 à 1500 milliampères ; une séance par semaine (les occupations du malade empêchant des séances moins espacées).

Dès les premières séances le symptôme douleur est atténué mais l'épanchement ne diminue pas, le périmètre du genou ne change pas, le malade fatigue aussi vite. Sur nos instances il se décide à venir trois fois par semaine. Dès lors

il se produit une amélioration progressive de tous les symptômes. Le périmètre du genou qui était de 35 centimètres le 15 mai, n'est plus que de 34 1/2 le 9 juin, de 34 le 16 juin, de 33 3/4 le 2 juillet (le genou sain a un périmètre de 33 1/2). Le choc rotulien devient moins net, il faut comprimer les culs-de-sac et encore à la fin, ne l'obtient-on pas facilement.

Le sujet se trouve mieux, ne souffre presque plus, travaille cependant debout toute la journée. Sa jambe droite se fatigue pourtant encore plus rapidement que l'autre.

Ici nous avons non seulement une action analgésique rapide et nette, mais aussi une action heureuse sur les symptômes fonctionnels et physiques, action qui venant après l'échec (relatif) du courant galvanique nous fait espérer de bons résultats des applications de diathermie dans les hydarthroses traumatiques.

Celle-ci, en effet, avait résisté à tous les traitements médicaux usuels et si la diathermie ne nous a pas donné une « guérison » au sens propre du mot, elle a amené une amélioration telle de tous les symptômes que le sujet se considère comme guéri malgré qu'il reste encore un peu de liquide dans sa synoviale et qu'il fatigue encore de cette jambe plus vite que de l'autre.

Ces observations à part, nous avons soigné par la thermopénétration un certain nombre de blessés présentant à la suite de contusions, de luxations, d'entorses, de fractures, de la raideur douloureuse d'une articulation ou de tendons dans leurs gaines,

des phénomènes de névralgie, de névrite, etc.

Nous avons pour eux demandé à la thermopénétration, en supprimant ou atténuant suffisamment l'élément douleur, de nous permettre une action mécanothérapique précoce et sérieuse, susceptible de ramener aussi près que possible de la normale, les fonctionnements des articulations, des muscles, etc., intéressés par le traumatisme. Nous exposons ci-dessous quelques observations :

Observation VII

Mme G..., cinquante-cinq ans, ménagère. A la suite d'une chute sur le coude (avril 1910) cette femme fut soignée pour entorse par des massages d'ailleurs irrégulièrement suivis.

Elle vient à la clinique le 11 août 1910 ; un coude en demi-flexion présentant une raideur considérable, le moindre mouvement étant douloureux et l'amplitude des mouvements extension-flexion ne pouvant, même forcée, dépasser 15 à 20 degrés. La mobilisation était rendue impossible par la grande sensibilité de l'articulation.

Successivement traitée par la galvano-faradisation, l'étincelle de haute fréquence, le courant sinusoïdal, tous ces traitements amènent une sédation des douleurs suffisante pour permettre la mécanothérapie, commencée le 27 août 1910, et la continuer dans de bonnes condition.

Depuis longtemps la blessée ne suivait plus qu'un traitement mécanothérapique, lorsque le 14 mars 1911 elle se plaignit à nouveau de douleurs vives localisées surtout à l'épi-

condyle et à l'olécrane. Aucune lésion apparente ne justifiait ces douleurs. Nous voulûmes comparer la thermopénétration aux méthodes déjà essayées sur cette malade.

On débuta avec des électrodes en métal nu, mais on ne put, sans picotements et brûlures, atteindre une intensité donnant une élévation de température suffisante. On leur substitua alors les électrodes de Laquerrière et Delherm et avec des électrodes de 85 centimètres carrés nous parvînmes à faire passer de 650 à 800 milliampères pendant quinze minutes, et les applications furent fort bien supportées.

Dès les premières séances la sédation des douleurs fut assez nette et permit de poursuivre la mécanothérapie. L'action analgésique de la thermopénétration se montra ici très nette et au moins égale à celle des autres formes de courant employées antérieurement.

Nous ne parlerons que pour mémoire du résultat dû à la mécanothérapie : cette malade a, actuellement, des mouvements aisés et sans douleur de son articulation malade.

L'amplitude en extension-flexion en est à peu près de 50 degrés et les progrès continus permettent d'espérer une amélioration plus considérable encore.

Observation VIII

M. H..., quarante-cinq ans, charretier. Reçoit le 13 octobre 1911 un coup de pied de cheval sur la partie interne de l'articulation du genou gauche. Après un repos de vingt-cinq jours pendant lequel on lui fait des pointes de feu et du massage, il essaie de reprendre son travail, mais son genou, raide et douloureux, l'oblige à s'arrêter aussitôt.

Il vient à la clinique le 6 mai se plaignant de douleurs continues et d'une fatigue rapide. La marche est difficile et la boiterie très prononcée.

Le genou malade est augmenté de volume (périmètre 40 centimètres au lieu de 38 du côte sain). A la face interne du genou existe un empâtement du tissu cellulaire sous lequel on palpe, difficilement, un épaississement notable du condyle fémoral interne.

Les mouvements sont normaux : il n'y a ni hydarthrose ni atrophie réflexe.

La radiographie montre un épaississement du condyle fémoral interne pouvant atteindre 1/2 centimètre.

On note aussi une périostite de toute la partie épaissie.

Thermopénétration : électrodes latérales, 9 × 12 centimètres ; l'une d'elles appliquées avec soin sur la région épaissie, 1 ampère la première séance, de 1250 à 1300 milliampères les séances suivantes.

Séances quotidiennes, bien supportées.

Dès la quatrième séance la sensibilité diminue puis l'état reste stationnaire et ce n'est plus qu'à partir de la dixième séance qu'on note un mieux appréciable et continu.

17 juin. — Après vingt et une applications, les douleurs ont presque disparu, le blessé marche bien, le genou a évidemment diminué de volume, le périmètre n'est plus d'ailleurs que de 39 centimètres, le blessé demande à reprendre son travail.

Nous refaisons alors une radiographie qui nous montre que l'exostose et la périostite n'ont pas été influencées par le traitement, que la diminution de volume n'a porté que sur

les parties molles et que l'amélioration porte surtout sur le symptôme douleur.

Nous n'avons pas revu ce malade.

Observation IX

M. P..., quarante-cinq ans, chauffeur, reçoit un tampon de chaudière sur le coude (17 mars 1911). Soigné dans le service du Dr Michaux (liniment, pointes de feu, massages). Essaie de travailler le 24 avril, mais doit s'arrêter aussitôt.

Vient à la clinique le 27 avril, se plaignant de douleurs dans l'épaule, le bras et le coude.

Les mouvements de flexion et d'extension de l'avant-bras sur le bras sont légèrement limités. La pronation est presque normale. La supination, par contre, est presque impossible et très douloureuse si on la provoque. Les mouvements d'élévation du bras sont très sensibles et le blessé ne peut lever son bras à plus d'environ 15 degrés au-dessous de l'horizontale.

Atrophie musculaire surtout prononcée à la face externe de l'avant-bras, le long supinateur est particulièrement touché. Les réactions électriques sont cependant restées normales.

La radiographie de l'épaule et du bras ne montre aucune lésion.

Sans doute il s'agit d'une névrite légère intéressant le plexus brachial, mais portant surtout sur le radial ; névrite traumatique (contusion directe du coude, contusion par contre-coup de l'épaule), névrite légère, sans réaction de dégénérescence, mais avec atrophie musculaire notable, et s'accompagnant de névralgies de l'épaule et du bras.

Ce malade fut soigné d'abord par des applications de courant continu ; de l'épaule au poignet, 20 milliampères, quinze minutes.

Soulagé par ce traitement, le malade ne peut arriver à supporter le galvanique ondulé (appareil de Bordet) qu'on essaie à plusieurs reprises. Ses muscles reprennent cependant, son bras se remplit, la force revient peu à peu. Mais les douleurs augmentent dans la zone du circonflexe et du radial et après vingt-trois séances de galvanisation on décide de recourir à la diathermie.

On essaye d'abord de placer une large électrode à l'épaule et un bracelet au poignet. Mais on ne peut ainsi faire passer plus de 500 à 600 milliampères et l'élévation de température nous paraît insuffisante. Nous changeons alors de technique traitant successivement :

1° L'épaule au moyen de deux électrodes de 9 × 12 centimètres placées l'une en avant, l'autre en arrière de l'articulation. Nous faisons passer 1.000 à 1.350 milliamprères durant dix minutes ;

2° Le bras au moyen de deux bracelets entourant l'un le haut du bras, le second le poignet. Surface totale d'environ 250 centimètres carrés, 950 à 1.200 milliampères, dix minutes.

Ces séances sont très bien supportées et l'élévation de température atteint les limites supportables sans douleur par le patient.

La sensibilité est nettement diminuée dès les premières séances et l'amplitude des mouvements se trouve, de ce fait même, légèrement augmentée. Mais ensuite les progrès sont excessivement lents et malgré une action sédative nette de la diathermie le blessé était loin encore d'être revenu à

la normale lorsque, découragé, il cessa de venir à la clinique.

Observation X

M. B..., chauffeur, trente-neuf ans. Le 17 avril 1911 retour de manivelle, fracture du tiers inférieur du radius et de la styloïde cubitale.

Immobilisation sans appareil plâtré treize jours, avec massages dès le huitième jour.

13 juin. — Le blessé vient à la clinique. Les mouvements de l'articulation du poignet sont limités et douloureux. Le poignet est légèrement gonflé, œdématié. La pronation et la supination forcées sont douloureuses. La flexion ne dépasse guère 15 degrés au-dessous du prolongement du plan de l'avant-bras ; l'extension 30 degrés environ au-dessus du même plan.

Le poignet est douloureux, d'une façon presque continue et assez vive pous empêcher toute tentative de mobilisation.

A la radiographie la fracture paraît consolidée, mais la déformation des extrémités inférieures du radius et du cubitus est assez prononcée pour réserver le pronostic fonctionnel. Le corps osseux de ces deux os est sensiblement raréfié.

Mis à la thermopénétration : électrodes 8 × 5 centimètres en avant et en arrière du poignet ; 750 à 1.000 milliampères, dix minutes ; séances quotidiennes fort bien supportées.

Trois séances amènent une diminution du symptôme douleur suffisante pour permettre de commencer la mécanothérapie. Mais ensuite la sensibilité ne diminue que très lentement et malgré vingt-deux séances ne disparaît pas entière-

ment. Nous devons cependant aux applications de diathermie d'avoir pu commencer d'une façon précoce et continuer d'une façon utile les manœuvres mécanothérapiques.

Observation XI

5 avril 1911. — M. D... chauffeur, trente-six ans, retour de manivelle, fracture des deux os de l'avant-bras : le radius à son quart inférieur, le cubitus à son apophyse styloïde. Plâtre pendant cinquante-cinq jours, puis massages.

8 juin. — Le blessé vient à la clinique. Sa main est déviée en dehors. Le fragment inférieur du radius est déplacé notablement vers la face dorsale de l'avant-bras. La styloïde cubitale fait une saillie perceptible à la palpation à la face interne du poignet, saillie douloureuse à la pression. Pas de douleurs spontanées mais le moindre mouvement est douloureux.

La pronation et la supination forcées sont extrêmement douloureuses. L'extension et la flexion sont très limitées et aussi douloureuses.

La radiographie ne montre qu'un déplacement latéral peu important mais un déplacement très marqué dans le sens antéro-postérieur. L'ossification est d'ailleurs encore très insuffisante. Le pronostic fonctionnel n'est pas très favorable.

Thermopénétration ; électrodes 9 × 12 centimètres (ce malade a un poignet plus fort que le précédent, il convient donc de prendre des électrodes plus grandes), l'une en avant l'autre en arrière de la région douloureuse.

1250 milliampères, 10 minutes.

Séances quotidiennes très bien supportées. Dès la première séance le symptôme douleur s'amende. Après la troisième l'amélioration paraît suffisante et on commence la mécanothérapie (sans espoir autre que de combattre la raideur articulaire résultant de l'immobilisation prolongée). Par la suite l'amélioration (au point de vue sensibilité) fut continue et progressive, mais assez lente.

Cette observation amène les mêmes remarques et les mêmes conclusions que la précédente.

Voici maintenant quelques observations de traumatismes moins graves ayant laissé après eux de la sensibilité, une névralgie, une névrite légère, de la raideur douloureuse des gaines tendineuses ou des articulations, etc., en un mot des troubles légers (mais persistants) ne reposant sur aucune lésion grave du squelette, des muscles ou des nerfs. Dans tous les cas où le symptôme douleur empêchait seul la guérison, la thermopénétration nous rend de grands services et c'est jusqu'à présent l'indication principale que notre expérience nous en a donné.

Observation XII

Mlle S..., vingt-six ans, femme de chambre, se cogne le coude contre le coin d'un meuble, met son bras en écharpe et se repose quinze jours. Le coude reste douloureux, l'empêche de travailler et elle vient alors à la clinique.

Rien à l'inspection. A la palpation, la face antérieure et la

face externe de l'avant-bras sont vaguement sensibles. Il y a un point épicondylien nettement douloureux à la pression.

L'extension et la flexion de l'avant-bras sur le bras sont limitées d'environ 10° dans chaque sens. La supination est normale mais la pronation forcée est douloureuse.

Impotence fonctionnelle relative : la blessée ne peut épousseter, balayer, etc.

La radiographie ne montre aucune lésion sérieuse. Il y a cependant un peu de flou dans les travées osseuses de l'épicondyle (léger écrasement).

Thermopénétration, une électrode (8 × 5 centimètres) sur l'épicondyle, une autre semblable sur l'épitrochlée, 800 milliampères, 10 minutes. Séances quotidiennes très bien supportées.

Chaque séance, et dès la première, amène une diminution très nette de la sensibilité. Les mouvements deviennent moins douloureux et plus amples. Après trois séances la blessée peut se servir de son bras quoique son coude soit encore sensible. Elle n'est pas revenue.

Observation XIII

Mlle L..., vingt-six ans, couturière.

A la suite d'une chute, souffre continuellement du genou gauche. Soignée d'abord par des pointes de feu, compression etc., sans amélioration.

Au bout de trois mois vient à la clinique.

Son genou est sensiblement augmenté de volume.

On obtient nettement le choc rotulien si l'on comprime avec soin les culs-de-sac. Il n'y a pas d'atrophie musculaire réflexe.

Les troubles fonctionnels sont peu accentués : douleurs surtout, continues, plus fortes la nuit. Marche douloureuse. Fatigue rapide.

En somme, légère hydarthrose et arthrite traumatique.

Thermopénétration ; électrodes 9 × 12 l'une en avant, l'autre en arrière de l'articulation ; 800 milliampères environ ; 10 minutes.

Après quatre séances, la blessée ne souffre plus. Elle marche facilement. On ne perçoit plus de choc rotulien. Sur la demande de la blessée le traitement est interrompu pour être repris si elle souffre de nouveau. Nous ne l'avons pas revue.

Observation XIV

M. V. de S..., trente ans, boulanger. Le 4 juin, à la suite d'un mouvement de pronation forcée il ressent une vive douleur au coude et à l'épaule. Celle-ci reste déformée et douloureuse.

Le Dr Calvé, appelé, diagnostique et réduit aussitôt une luxation de l'épaule.

7 juin. — Le blessé vient nous trouver, se plaignant de douleurs continues et de gêne dans les mouvements de l'articulation du coude. La flexion et l'extension complètes sont impossibles. La gouttière épitrochléo-olécranienne et la face dorsale et interne de l'avant-bras (1/3 supérieur) sont sensibles et douloureux à la pression. Le blessé a dû faire une entorse légère du coude avec névrite cubitale consécutive.

L'épaule ne présente rien d'anormal, ni sensibilité ni limitation des mouvements, etc.

Thermopénétration. — Deux bracelets, l'un au tiers inférieur du bras, l'autre au-dessus du poignet, 750 à 900 milliampères; dix minutes. Séances quotidiennes bien supportées.

La sensibilité diminue dès les premières séances. Les mouvements reprennent peu à peu leur amplitude normale et après sept séances le blessé demande à reprendre son travail.

Observation XV

M. M..., trente-six ans, menuisier. Le 7 avril 1911, en levant une porte, fait un mouvement brusque d'élévation et ressent une douleur vive et persistante de l'épaule droite. Il lui est fait des pointes de feu.

26 mai.— Il vient à la clinique. Pas de douleurs spontanées et tous mouvements assez faciles sauf le mouvement d'élévation du bras que le blessé ne peut amener à l'horizontale sans douleur vive.

De plus, faiblesse de l'avant-bras et du bras, fatigue rapide empêchant tout travail.

Il existe un point nettement douloureux à la pression à la partie antérieure de la tête humérale.

La radiographie montre une disjonction appréciable de l'articulation acromio-claviculaire et une légère déformation de la surface articulaire de l'acromion. La tête humérale qui est douloureuse paraît normale.

En somme : traumatisme, arthrite de la scapulo-humérale. Disjonction acromio-claviculaire. Névrite légère du cubital et du médian.

Thermopénétration, épaule, électrodes 9 × 12, antérieure et postérieure; 950 milliampères, dix minutes. Séances quotidiennes bien supportées.

Soulagement dès la première séance. Demande à reprendre son travail après la quatrième tout en continuant le traitement.

Après sept séances l'épaule va tout à fait bien (pas de sensibilité, mouvements normaux).

Mais les trajets du cubital (gouttière épitrochléo-olécranienne, 1/3 supérieur de la face postérieure de l'avant-bras) et du médian (pli du coude, 2/3 supérieurs de l'avant-bras) restent sensibles à la pression. Le malade se plaint d'un engourdissement de tout le bras et de crampes passagères.

On adjoint au traitement de l'épaule dix minutes de thermopénétration du bras (1/3 supérieur) au 1/3 inférieur de l'avant-bras, au moyen de deux bracelets, suivant la technique déjà utilisée dans plusieurs autres observations. On peut ainsi, du bras au poignet, faire passer de 800 à 900 milliampères.

Nous lui faisons subir dix séances. La sensibilité diminue progressivement, les crampes disparaissent, le blessé demande à cesser le traitement et à travailler.

Observation XVI

M. R..., vingt ans, typographe. Le 24 mai 1911, ce jeune homme a la main serrée entre une table et un cylindre, il est soigné par massages.

24 juin. — Il vient à la clinique se plaignant de raideur et de sensibilité de ses articulations des doigts et du poignet.

Pas de douleurs spontanées. Raideur et sensibilité vagues de la radiocarpienne. Raideur et sensibilité nettes de la métacarpo-phalangienne et de la phalango-phalanginienne des deuxième et troisième doigts de la main droite.

Mais surtout empâtement douloureux des gaines tendineuses des extenseurs empêchant tout mouvement de flexion.

Aucun point douloureux osseux.

Les doigts sont en demi-flexion. Il est impossible de les remuer sans douleur vive.

Thermopénétration, électrodes 9 × 12 centimètres, antéro-postérieures, embrassant le carpe, le métacarpe et les phalanges, 1.500 milliampères, dix minutes. Séances quotidiennes bien supportées.

Diminution immédiate de la douleur. Après chaque séance les mouvements de flexion et d'extension gagnent en amplitude et sont moins douloureux. A la quatrième séance l'extension complète est possible. La flexion revient plus lentement pour n'être possible complètement qu'après la septième application.

CONCLUSIONS

Nous nous permettrons de tirer de ce travail deux sortes de conclusions : les premières générales, basées sur l'ensemble des travaux publiés jusqu'à ce jour sur la question, les secondes, particulières, basées sur notre expérience personnelle :

A. — 1° Les effets thermiques des courants de haute fréquence furent mis en lumière et étudiés par d'Arsonval, Sommerville, Bonnefoy, Wertheim Salomonson, Zimmern et Turchini, avant d'avoir, ces dernières années, en Allemagne, provoqué les travaux de V. Zeynek, Von Bernd, Nagelschmidt, Laqueur, etc., etc.

Cependant c'est l'école allemande qui leur donna la place qu'ils paraissent dignes d'occuper parmi les différents agents physiothérapiques ;

2° Il n'est pas besoin, pour faire de la diathermie, de posséder un appareillage spécial. Tout bon appareillage de haute fréquence, convenablement réglé, donnera d'excellentes applications. Cependant les appareils spéciaux, d'un maniement facile, peu encombrants, aisément mobilisables, peuvent rendre de réels services ;

3° Nous avons dans la diathermie un excellent moyen de développer au sein des tissus, *par voie interne*, et sans dépense pour l'organisme, une quantité de chaleur pratique et facilement dosable. C'est donc une méthode de thermothérapie, mais qui, permettant d'atteindre *directement* les organes et les tissus *en profondeur*, possède un avantage considérable sur toutes celles connues jusqu'alors ;

4° Les indications de la méthode sont loin d'être déterminées et les observations des différents auteurs ne sont pas concordantes. Pourtant tout le monde semble d'accord pour reconnaître son action sédative, rapide, nette, et il semble qu'à ce titre la diathermie pourra rendre de précieux services dans les maladies où le symptôme douleur est prédominant.

Analgésie et apport de chaleur, telles sont les actions nettes de la diathermie. Symptôme douleur, symptôme refroidissement, telles sont, théoriquement du moins, les principales indications.

Mais cliniquement nous devons attendre et n'accepter qu'avec réserve les conclusions enthousiastes de l'école allemande.

B. — Des observations que nous avons prises à la clinique Apostoli nous tirerons les conclusions suivantes :

Les applications de diathermie paraissent un moyen efficace, rapide, de combattre le symptôme douleur dans les lésions aiguës ou subaiguës résultant de contusions, luxations, entorses, fractures, etc.

On pourra, grâce à elles, arriver rapidement à mobiliser un tendon dans sa gaine, une articulation, raidie par une immobilisation prolongée ; etc. On pourra, grâce à la diathermie, commencer d'une façon précoce et sérieuse la mécanothérapie et faire donner à cette dernière méthode les beaux résultats qu'on peut attendre d'elle dans ces conditions.

Vu : le Président de thèse,
E. GAUCHER

Vu : le Doyen,
LANDOUZY

Vu et permis d'imprimer :
Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,
L. LIARD

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

MORTON (Dr W. J.). — The franklinic interrupted current. Travail lu à l'Académie de Médecine de New-York (1881) et publié dans le New-York Medical Record, avril 1881.

ARSONVAL (D'). — Action physiologique des courants alternatifs de haute fréquence (Société de Biologie, 2 mars 1891.)

— Sur les Effets physiologiques comparés des divers procédés d'électrisation... les grandes fréquences et les hauts potentiels (Bulletin de l'Académie de Médecine, mars 1892.)

— Conférence à la Société de Physique, 20 avril 1892.

— Les Courants de haute fréquence et de haute tension (Société française de Physique, mai 1892.)

— Action physiologique des courants alternatifs de haute fréquence (Société française de physique, janvier-avril 1893.

— Action physiologique des courants de haute fréquence (Société de Biologie, 4 février 1893 et in Archives d'Électricité médicale, avril 1893.)

— Action des courants alternatifs à grande fréquence (Archives de Physiologie, 1893.)

— Influence de la fréquence des courants alternatifs sur leurs effets physiologiques (Compte rendu de l'Académie des Sciences, 20 mars 1893.)

MORTON (Dr W. J.). — Influence de la fréquence des interruptions et du caractère des ondulations des cou-

rants induits au point de vue des effets physiologiques IIIe Congrès de l'Association américaine d'Électrothérapie. Chicago, 12, 13, 14 septembre 1893.

Cornu. — Compte rendu de l'Académie des Sciences (à propos des expériences de d'Arsonval), 3 juillet 1893.

D'Arsonval. — Action des courants de haute fréquence sur la production de chaleur (Société de Biologie, 27 janvier 1894).

— Note à l'Académie de Médecine, 15 juillet 1895.

— L'Énergie et la matière vivante, in Traité de Pathologie générale de Bouchard, t. I, p. 658, 1895.

— Compte rendu de l'Académie des Sciences, 29 juin 1896.

— Compte rendu de l'Académie des Sciences, 5 juillet 1896.

— Cours au Collège de France, année 1895-1896.

— Bulletin de la Société internationale des électriciens. Action physiologique et thérapeutique des courants de haute fréquence, 7 avril 1897.

Zeynek (V.) (Prague). — Action thermique des courants de haute fréquence (Gottinger annalen, 1899).

Enleubourg. — Sur l'application des courants de haute tension et à haute fréquence d'après Tesla et d'Arsonval (Société de médecine interne, 5 février 1900 et Thérap. monats., 6 février 1900).

Bonniot. — Action des courants de haute fréquence (Congrès international. Section d'électricité médicale, 8 août 1900, Paris).

Bordier et Lecomte. — Action des courants de haute fréquence sur la quantité de chaleur dégagée (Congrès international d'électricité médicale, Paris, 1900).

— Action des courants de haute fréquente sur la production de chaleur (Société de Biologie, 3 mai 1901).

D'Arsonval. — Compte rendu de l'Académie des Sciences, 30 décembre 1901.

Desnoyes (J.). — Les Courants de haute fréquence. Propriétés physiques, physiologiques et thérapeutiques. Thèse de Montpellier, 1902.

Bonnefoy. — Notes diverses sur les courants de haute fréquence (in Annales d'électrobiologie, années, 1903, 1904 et 1905).

Laquerrière et Delherm. — Association française pour l'avancement des sciences. Grenoble, 1904. Lyon, 1905. Comptes rendus.

Sommerville. — Medical electrology andraliology, mai, 1906.

Bonnefoy. — L'Arthritisme et son traitement par les courants de haute fréquence. Baillière éd. Paris, 1907.

Laqueur. — Les Courants de haute fréquence. Rapport au IIe Congrès de physiothérapie. Rome, 1907, et in Archives d'électricité médicale, 25 octobre 1907.

Wertheim Salomonson (J.-K.-A.). — Le Mode d'action des courants de haute fréquence. Archives d'électricité médicale, 10 janvier 1908.

Zimmern et Turchini. — Bulletin officiel de la Société d'Électrothérapie, août et septembre 1906, p. 203.

— Compte rendu de l'Académie des Sciences, 10 mai 1908.

— Les Effets thermiques des courants de haute fréquence. Rapport au Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences, 3-9 août 1908. Clermont-Ferrand, in compte rendu.

— Même sujet (Archives d'électricité médicale).

Von Berud (Vienne). — La Thermopénétration (Zeits f. physik. und diat. therapie, band, 13 Heft 3, 1908).

— Wiener klm. Wochenschrift, n° 15, 1908.

Laqueur (Berlin). — Zeits f. physik. und diat. therapie., band 13 heft 5, 1908.

Frantz Nagelschmidt. — Les Courants de haute fréquence. Fulguration et transthermie (Zeits. f. physik. und drat. Therapie. Band. XIII, Heft. 3, 1908).

Klingmuller. — Munch. Klin. Wochenschrift, octobre 1909.

NAGELSCHMIDT. — Munch. Klin. Wochenschrift, décembre 1909.

ARSONVAL (D'). — Communication à la Société internationale des Électriciens, avril 1900 (Bulletin mensuel chez Gauthier Villars).

NAGELSCHMIDT. — Effets thermiques produits par les courants de haute fréquence sur l'organisme (IIIe Congrès international de Physiothérapie. Paris, 29 mars-3 avril 1910).

MORLET. — La Diathermie (Annales de la Société médico-chirurgicale d'Anvers, avril, mai, juin, 1910).

DELHERM et LAGUERRIÈRE. — Action thermique des courants de haute fréquence (Gazette des Hôpitaux, 26 juillet 1910).

ARSONVAL (D'). — Compte rendu à l'Académie des Sciences, 11 juillet 1910, n° 2, p. 167 et suiv.

SIMUND JARA. — A propos de la diathermie (Archives f. physikal. med., août 1910).

BERGOME et FRIMAUDEAU. — Plusieurs résultats de diathermie médicale (Communication au Congrès de l'A. F. A. S. Toulouse, 2 août 1910).

LAGUERRIÈRE (Dr A.). — La Thermopénétration (Bulletin médical. Paris, 24 et 27 août 1910).

FOURNIER (LOUIS), Mme MÉNARD et M. GUÉNOT. — A propos de quelques applications de la diathermie (Communication au Congrès de l'A. F. A. S. Toulouse, 5 août 1910 (in extenso in Archives d'Électricité médicale, 10 mars 1911).

LAQUEUR. — Archives d'électricité médicale, 10 septembre 1910.

WEIL (E.-Albert) et GÉRARD (L.). — Action endothermique des courants de haute fréquence (Journal de physiothérapie, 15 décembre 1910).

LAQUEUR (H.). — L'Emploi thérapeutique des courants de haute fréquence. Fulguration et transthermie (Thérapie de Gegenwart, février 1911).

LAQUERRIÈRE et DELHERME. — Nouvelles électrodes pour

thermopénétration (Société française d'électro-thérapie, mars 1911).

NAGELSCHMIDT (Dr Frantz). — L'Appareil de diathermie du (Archives d'électricité médicale, 10 mars 1911).

BERGONIÉ (J.) et RECHOU. — La Diathermie. Applications médicales et chirurgicales Rapport au Congrès de l'A. F. A. S. Dijon, août 1911.

LAQUERRIÈRE et BAUD. — Quelques résultats du traitement par l'action thermique des courants de haute fréquence. Congrès de l'A. F. A. S. Dijon, août 1911.

LABEAU (M.). — De l'application de la diathermie dans le traitement de l'asphyxie locale des extrémités. Congrès de l'A. F. A. S. Dijon, août 1911.

BELOT (J.). A propos des dispositifs de diathermie. Congrès de l'A. F. A. S. Dijon, août 1911.

WEIL (E.-Albert). L'Électrocoagulation médicale. Congrès de l'A. F. A. S. Dijon, août 1911.

LAQUERRIÈRE et DELHERM. — Note sur les électrodes de thermopénétration. Congrès de l'A. F. A. S. Dijon, août 1911.

Imp. la de Faculté de Médecine, JOUVE et Cie, 15, rue Racine, Paris.